



# Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences  
Uluslararası Hakemli Dergi / International Peer Reviewed Journal

ISSN (Print): 1308-8750  
ISSN (Online): 1308-8769

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

# ANADOLU TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

Anadolu Journal of Agricultural Sciences  
Ulusallararası Hakemli Dergi / International Peer Reviewed Journal

## Sahibi/Publisher

Prof. Dr. Yavuz ÜNAL (rektor@omu.edu.tr)

## Baş Editör/ Editor in Chief

Doç.Dr. Umut Sami YAMAK (usyamak@omu.edu.tr)

## Editörler/Editors

Prof. Dr. Deniz EKİNCİ (dekinci@omu.edu.tr)  
Prof. Dr. Orhan DENGİZ (odengiz@omu.edu.tr)  
Doç. Dr. Alper TANER (alper.taner@omu.edu.tr)  
Doç. Dr. Aydın ALTOP (aaltop@omu.edu.tr)  
Dr. Attila SALAMON (dr.attila.salamon@gmail.com)  
Dr. K. Al-SHAMMARI (Karrar.Al-Shammari@atu.edu.iq)  
Dr. Mehmet TÜTÜNCÜ (mehmet.tutuncu@omu.edu.tr)  
Dr. Alfadhl Yahya KHALED (f\_yahya87@hotmail.com)  
Dr. Maria DATTENA (mdattena@agrisricerca.it)  
Dr. Dinu GAVOJDIAN (gavojdian\_dinu@animalsci-tm.ro)

## Ulusallararası Danışma Kurulu / International Advisory Board

Prof. Dr. Abdülbaki BİLGİÇ (abilgic@atauni.edu.tr)  
Atatürk Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Canan CAN (can@gantep.edu.tr)  
Gaziantep Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. David HERAK (herak@tf.czu.cz)  
Czech University of Life Sciences, Czech Republic  
Doç.Dr. Murat ÇANKAYA (cankayamuratt@gmail.com)  
Erzincan Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Fikrettin ŞAHİN (fsahin@yeditepe.edu.tr)  
Yeditepe Üniversitesi, Türkiye  
Prof.Dr. Ahmet ŞAHİN (ahmet.sahin@ahievran.edu.tr)  
Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir  
Prof.Dr. Süleyman KODAL (kodal@agri.ankara.edu.tr)  
Ankara Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Murat ŞENTÜRK (msenturk@agri.edu.tr)  
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Nebahat SARI (nesari@cu.edu.tr)  
Çukurova Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Sedat SERÇE (sedatserce@nigde.edu.tr)  
Niğde Üniversitesi, Türkiye  
Prof.Dr. Kazım ÇARMAN (kcarman@selcuk.edu.tr)  
Selçuk Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Hsin Chi (hsinchi@dragon.nchu.edu.tw)  
National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China  
Prof. Dr. Jozsef RATKY (jratky@atk.hu)  
Res. Inst. for Animal Breeding and Nutrition, Hungary  
Prof. Dr. Mogens VESTERGAARD  
(mogens.vestergaard@agrsci.dk) University of Aarhus,  
Denmark

Prof.Dr. Claudiu T. Supuran, (claudiu.supuran@unifi.it)  
Univ Florence, Italy  
Assit. Prof.Dr. Marketa Mihalikova(mihalikova@af.czu.cz)  
Czech University of Life Sciences, Czech Republic)  
Prof. Dr. Ünal KIZIL (unal@comu.edu.tr)  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye  
Prof.Dr.Soner ÇANKAYA (scankaya@omu.edu.tr)  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye  
Doç.Dr. Kağan KÖKTEN (kahafe1974@yahoo.com)  
Bingöl Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Şenay ŞİMŞEK (senay.simsek@ndsu.edu)  
North Dakota State University, USA

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi Şubat, Haziran ve Ekim aylarında olmak üzere yılda üç sayı olarak yayınlanır. DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, FAO AGRIS/CARIS, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index ve TÜBİTAK-ULAKBİM TR Dizin (Yaşam Bilimleri Veri Tabanı, 1998- ) tarafından taranmaktadır.

Anadolu Journal of Agricultural Sciences (ANAJAS) is published as three issues (February, June and October) per a year. ANAJAS is indexed and abstracted in DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, FAO AGRIS/CARIS, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index and TUBITAK-ULAKBİM TR Index (Life Science Data Base, 1998- ).

## Amaç ve Kapsam

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi yeni bulgular ortaya koyan erişilebilir ve uygulanabilir temel ve uygulamalı yöntem ve tekniklerin sunulduğu bir forumdur. Tarımsal alanlarda yürütülen çalışmalardan üretilen orijinal makaleleri yayınlamaktadır. Ayrıca, güncel konulardaki davetli derlemeler de yer verilmektedir. Basım dili Türkçe ve İngilizcedir.

## Aim and Scope

Anadolu Journal of Agricultural Sciences is a forum for presenting articles on basic and applied research, thus making new findings, methods and techniques easily accessible and applicable in practice. It publishes original papers on research in the fields of agriculture. Invited reviews on popular topics are published. Articles are published in Turkish and English.

ISSN (Print): 1308-8750

ISSN (Online): 1308-8769

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

## Yazışma adresi / Correspondence

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 55139 Atakum/Samsun  
Tel: 0 (362) 312 19 19 Fax: 0 (362) 457 60 34 e-mail: zfyayin@omu.edu.tr

İçindekiler (Contents)	Cilt/Volume: 36	Sayı/Number: 3	October / Ekim 2021	Sayfa No (Page)
$\alpha$ -amylase, $\alpha$ -glucosidase, tyrosinase, acetylcholine esterase enzyme inhibition properties and essential oil composition of <i>Thermopsis turcica</i> Kit Tan, Vural&Küçüköyük Thermopsis turcica Kit Tan, Vural&Küçüköyük'ün $\alpha$ -amilaz, $\alpha$ -glukozidaz, tirozinaz, asetilkolin esteraz enzim inhibisyon özellikleri ve uçucu yağ bileşimi				357
Laçine Aksoya, Mukhriddin Suyundikova, Mürüvvet Düz				
Şeker mısırında farklı organik materyal ve azot uygulamalarının koçan verimi ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisi Effects of different organic material and nitrogen applications on ear yield and some agronomic characters of sugar corn				365
İlknur Akgün, Ruziye Karaman, Aykut Şener				
Turhal koşullarında arazi kullanımı ve bazı mekaniksel toprak özellikleri arasındaki ilişkiler Relationship between land use and some mechanical soil properties in Turhal region				376
Nutullah Özdemir, Elif Bülbül				
The effect of different growing environments on seedling development in transplanting paddy production Fideleme çeltik üretiminde farklı yetiştirme ortamlarının fide gelişimine etkisi				386
Hasan Akay, Dursun Kurt, İsmail Sezer, Elif Öztürk				
Fındık Tarımında Çocuk İşçiliği: Giresun İli Piraziz İlçesi Örneği Child Labor in Hazelnut Agriculture: Case of Giresun, Piraziz District				398
Oğuzhan Karadeniz, Erhan Akın, Nur İlkay Abacı				
Determination of Selected Superior Oriental Tobacco Lines with Some Morphological and Phenological Characteristics Seçilmiş Üstün Oryantal Tütün Hatlarının Bazı Morfolojik ve Fenolojik Özelliklerinin Belirlenmesi				408
Tuğba Yücel Yazıcı, Bahadır Altun				
Ekmeçlik buğdayda geliştirilen rekombinant kendilenmiş hat popülasyonunda kalite özellikleri için fenotipik ve genotipik değişim Phenotypic and genotypic variation for quality traits in the recombinant inbred line population developed in bread wheat				418
Nevzat Aydına, Bedrettin Demir, Tuğba Güleç, Cemal Şermet, Hasan Orhan Bayramoğlu, Abdulvahit Sayaslan, Zeki Mut				
Honey marketing problems and honey consumption habits in Erzurum Erzurum piyasasında bal pazarlama sorunları ve bal tüketim alışkanlıkları				433
Dilek Kabakcı, Ahmet Dodoloğlu				

Çanakkale ilinde Rose yellow vein virus etmeninin tespiti ve genetik çeşitliliği Detection and genetic diversity of Rose yellow vein virus in Çanakkale province, Turkey	446
Nazlı Kısa, Savaş Korkmaz	
Siyah Alaca İneklerde Dış Görünüş Özellikleri ile Süt ve Döl Verim Özellikleri Arasındaki Genetik İlişkiler Genetic Relationships between Type Traits with Milk Yield and Reproductive Traits in Holstein Cows	454
Ramazan Erkmen, Ertuğrul Kul	
Toprak işleme ve anız yönetimi uygulamalarının toprağın fiziksel kalite indikatörlerine etkileri Effects of tillage practices and residue management on soil physical quality indicators	464
Elif Günal, İsmail Çelik	
Farklı bitki büyüme düzenleyici maddelerin Jeromine elma çeşidinde kalite ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi The effect of different plant growth regulators on the quality and biochemical content of Jeromine apple cultivar	478
Mehmet Çakır, Adnan Nurhan Yıldırım, Civan Çelik, Meltem Esen	
Geç olgunlaşma süresine sahip bazı tatlı sorgum ( <i>Sorghum bicolor</i> var. <i>saccharatum</i> (L.) Mohlenbr.) genotiplerinin tane verimi ve biyoyakıt öğelerinin belirlenmesi Determination of grain yield and biofuel characteristics of some late matured sweet sorghum ( <i>Sorghum bicolor</i> var. <i>saccharatum</i> (L.) Mohlenbr.) genotypes title	488
Abdullah Öktem, Dicle Demir, Ayşe Gülgün Öktem	
Energy Input-Output Analysis and Technical Efficiency of Honey Production in Turkey: A Case Study from Çanakkale Province Türkiye’de Bal Üretiminde Teknik Etkinlik ve Enerji Girdi-Çıktı Analizi: Çanakkale İli Örneği	501
Başak Aydın, Duygu Aktürk	
Firmness classification of tomato fruits by using colour parameters Domates meyvelerinin renk parametrelerine göre sertlik sınıflandırması	511
Yeşim Benal Öztekin, Kubilay Kazım Vursavuş, Zehan Kesilmiş	
Prevalence of <i>Dermanyssus gallinae</i> in Backyard Poultry Houses and Its Relation with Hen-House Conditions in Canakkale, Turkey Türkiye’de Çanakkale’ye Bağlı Köylerdeki Kümeslerde Kanatlı Kırmızı Akarı Prevalansı ve Kümes Koşulları ile İlişkisi	520
Coşkun Konyalı, Türker Savaş	

## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.886585

# $\alpha$ -amylase, $\alpha$ -glucosidase, tyrosinase, acetylcholine esterase enzyme inhibition properties and essential oil composition of *Thermopsis turcica* Kit Tan, Vural&Küçüködük

Laçine Aksoy<sup>a\*</sup>, Mukhriddin Suyundikov<sup>a</sup>, Mürüvvet Düz<sup>a</sup>

<sup>1</sup> Department of Chemistry, Faculty of Science and Arts, Afyon Kocatepe University, 03200, Afyonkarahisar, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: lacinetur@aku.edu.tr

Geliş/Received 26/02/2021 Kabul/Accepted 06/08/2021

## ABSTRACT

*Thermopsis turcica* Kit Tan, Vural & Küçüködük is a member of the legume family (Fabaceae), which has many plant species with economic value. It is one of the most narrowly distributed endemic plant species in Turkey. The most important feature that distinguishes *Thermopsis turcica* from other legume species is that it forms 3 fruits in one flower.  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, acetylcholine esterase and tyrosinase inhibitory properties of different extracts and essential oil content of *Thermopsis turcica* were determined. Inhibition activities of enzymes were determined  $\alpha$ -amylase using Caraway-Somoygi iodide/potassium iodide method,  $\alpha$ -glucosidase with Palanisamy method, acetylcholine esterase enzyme with Ellman method and tyrosinase using dopachrome method. Hydrodistillation process (HD) was applied by using Clevenger device to determine the amount and components of essential oils and analyzed in GC-MS. The highest content of plant fatty acid was palmitic acid (51.8 %), myristic acid (17.5 %) and hexahydrofarnesyl acetone (5.3 %). It was determined that the plant did not show inhibitory activity against acetyl choline esterase and tyrosinase enzymes. Acetone and diethyl ether extracts have been shown to inhibit  $\alpha$ -amylase. In particular, the diethyl ether extract has been found to exhibit an inhibitory activity close to the standard substance acarbose. Methanol and acetone extracts of the plant have a high inhibitory effect on the  $\alpha$ -glucosidase enzyme. It is important with studies on the antidiabetic effects of this valuable species, which is in danger of extinction.

Keywords:  
*Thermopsis turcica*,  
Enzyme inhibition,  
 $\alpha$ -amylase,  
 $\alpha$ -glucosidase,  
Tyrosinase,  
Acetylcholine esterase

*Thermopsis turcica* Kit Tan, Vural&Küçüködük'ün  $\alpha$ -amilaz,  $\alpha$ -glukozidaz, tirozinaz, asetilkolin esteraz enzim inhibisyon özellikleri ve uçucu yağ bileşimi

## ÖZET

*Thermopsis turcica* Kit Tan, Vural & Küçüködük, ekonomik değeri olan birçok bitki türüne sahip baklagil ailesinin (Fabaceae) bir üyesidir. Türkiye'de en dar yayılış gösteren endemik bitki türlerinden biridir. *Thermopsis turcica*'yı diğer baklagil türlerinden ayıran en önemli özelliği bir çiçekte 3 meyve oluşturmasıdır. *Thermopsis turcica*'nın farklı ekstraktlarının  $\alpha$ -amilaz,  $\alpha$ -glukozidaz, asetilkolin esteraz ve tirozinaz inhibe edici özellikleri ve uçucu yağ içeriği belirlendi. Caraway-Somoygi iyodür/potasyum iyodür yöntemi ile  $\alpha$ -amilaz, Palanisamy yöntemi ile  $\alpha$ -glukozidaz, Ellman yöntemi ile asetilkolin esteraz enzimi ve dopakrom yöntemi ile tirozinaz ile enzimlerin inhibisyon aktiviteleri belirlendi. Uçucu yağların miktarı ve bileşenlerinin belirlenmesi için Clevenger cihazı kullanılarak hidrodestilasyon işlemi (HD) uygulanmış ve GC-MS'de analiz edilmiştir. En yüksek bitki yağ asidi içeriği palmitik asit (% 51,8), miristik asit (% 17,5) ve heksahidrofarnesil aseton (% 5,3) dir. Bitkinin, asetil kolin esteraz ve tirozinaz enzimlerine karşı inhibitör aktivite göstermediği belirlendi. Aseton ve dietil eter özütlününün  $\alpha$ -amilazı inhibe ettiği gösterilmiştir. Özellikle, dietil eter özütünün, standart madde akarbozuna yakın bir önleyici aktivite sergilediği bulunmuştur. Bitkinin metanol ve aseton ekstraktları,  $\alpha$ -glukozidaz enzimi üzerinde yüksek inhibitör etkiye sahiptir. Yokolma tehlikesiyle karşı karşıya olan bu değerli türün antidiyabetik etkileri üzerine yapılacak çalışmalar önemlidir.

Anahtar kelimeler:  
*Thermopsis turcica*,  
Enzim inhibisyonu,  
 $\alpha$ -amilaz,  
 $\alpha$ -glukozidaz,  
Tirozinaz,  
Asetilkolin esteraz

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Introduction

Legumes play an important role in meeting people's food needs by growing in harsh conditions, while bacteria that bind the nitrogen of the air to the soil are found in their roots. *Thermopsis turcica* is a perennial, herbaceous, long rhizome, yellow flower, upright plant that can grow up to 30-89 cm. Its leaves are trifoliate, flowers are at the tip, clustered and gives fruits with 3-10 seeds. It is located only on the southern coasts of Akşehir and Eber lakes in the world (Aksoy and Suyundikov, 2020). *Thermopsis turcica* is the only species of *Thermopsis* genus in the Thermopsidae tribus in terms of taxonomics of the Fabaceae (Legumes) family. *Thermopsis turcica* is in the CR (Critically Endangered) hazard category (Ekim et al., 2000). The most important feature that distinguishes *Thermopsis turcica* from other legume species is that it forms 3 fruits in one flower. This feature has not been found in any of the legumes with around 18,000 species (Cenkci et al., 2012).

Nowadays, the trend towards plant treatment continues increasingly. Herbal medicines are preferred because they are inexpensive and easily available, are the precursors of synthetic drugs, and are models for synthetic drugs. In addition, herbal medicines have a greater and synergistic effect. The therapeutic properties of plants are due to the chemicals in their natural structure and called secondary compounds and the derivatives of these chemicals (Karaşın 2011).

Diabetes mellitus is a metabolic disease caused by the inability of the pancreas to produce sufficient insulin or the inability of the body to use the insulin produced effectively. The use of various inhibitors that reduce the digestion of carbohydrates are used in the treatment of diabetes. Recent studies have been on hypoglycemic foods rich in  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitors. It is evaluated in bioactive compounds that make food less digestible and provide less energy by inhibiting the activity of digestive enzymes by carbohydrates. Bioactive phytochemicals found in plants affect the digestibility of starch and glycemic index in the gastrointestinal system as natural enzyme inhibitors. It is known that especially polyphenolic compounds modulate nutrient absorption by inhibiting  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase enzymes involved in starch digestion (Gonçalves et al., 2011; Tucci et al., 2010). Neurodegenerative diseases are irreversible, progressive and neurological disorders that occur due to high rates of brain damage. Although the trend in the treatment of neurodegenerative diseases is to prevent amyloid  $\beta$ -peptide-induced plaque formation, cholinesterase inhibitors have also been frequently used in treatment in recent years. It is known that the use of cholinesterase inhibitors is palliative in the treatment of the disease. Tyrosinase is an enzyme whose main function is the synthesis of melanin. Tyrosinase inhibitors are used as whitening or antihyperpigment agents because they suppress dermal melanin production. Tyrosinase enzyme also plays an important role in the formation of neuromelanin in the human brain. Neuromelanine formation can cause dopamine neurotoxicity and neurodegeneration associated with Parkinson's disease. Tyrosinase inhibitors are also widely used in the treatment of neurodegeneration (Kim and Uyama, 2005).

It was aimed to determine the inhibitory properties of  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, tyrosinase, acetylcholine esterase enzymes and essential oil content of *Thermopsis turcica* in this study.

## 2. Material and Methods

### 2.1 Plant Material

The plant was collected from the Eber Lake (31 ° 14 'East and 38 ° 36' North) in Afyon province in May-August 2019 for the research. The plant has been collected during flowering and fruiting periods in order to identify the plant. It was identified by Prof. Dr. Mustafa Kargioğlu.

### 2.2 Preparation of Plant Extract

Mixtures of the *Thermopsis turcica* parts such as flower, leaves, branches and stems are used. It was cut into small pieces and dried in the shade at room temperature. Ethyl acetate (TEA), water (TTW), methanol (TTM), diethyl ether (TTDE), hexane (TTH) and acetone (TTA) were chosen as solvents to prepare the extracts. The extracts obtained with the Soxhlet device were filtered through a filter paper and the solvents were removed with a rotary evaporator. The extracts prepared were stored in capped, dark colored glass bottles at +4 °C and enzyme inhibition activities were determined.

### 2.3 Enzyme Inhibition Analysis

The  $\alpha$ -amylase enzyme inhibition activity of the plant was determined by the Caraway-Somogyi iodide/potassium iodide (IKI) method (Yang et al., 2012). Phosphate buffer was added to the stock extract solution and then  $\alpha$ -amylase solution was added. 10 minutes pre-incubation was applied. Starch solution was added first and then HCl was added. The absorbances were read at 630 nm by adding a color separator prepared from potassium iodide/iodine crystals. The  $\alpha$ -amylase enzyme carries out its activity by hydrolyzing the  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4) bonds of the molecule of starch, which is its substrate. Acarbose was used as the standard substance. The standard curve was drawn by applying the same procedures to the solutions of acarbose at different concentrations (50  $\mu\text{mol mL}^{-1}$ , 100  $\mu\text{mol mL}^{-1}$ , 250  $\mu\text{mol mL}^{-1}$ , 500  $\mu\text{mol mL}^{-1}$  and 1000  $\mu\text{mol mL}^{-1}$ ).  $\alpha$ -amylase inhibitory activities were calculated as acarbose equivalent (mmol ACAE/g extract) and % amylase inhibition.

The plant's  $\alpha$ -glucosidase enzyme inhibition activity was determined by Palanisamy et al., (2011). The extract solutions,  $\alpha$ -glucosidase, glutathione, and p-NPG (4-Nitrophenyl  $\beta$ -D-glucuronide) prepared in potassium buffer were incubated for 15 minutes at 37 ° C. It is a p-nitrophenyl colored compound and gives absorbance at 400 nm. Likewise, enzyme-free blanks and control samples containing solvents instead of samples were prepared. The reaction is stopped by adding  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Acarbose was used as the standard substance. The standard curve was drawn by applying the same procedures to the solutions of acarbose at different concentrations (50  $\mu\text{mol mL}^{-1}$ , 100  $\mu\text{mol mL}^{-1}$ , 250  $\mu\text{mol mL}^{-1}$ , 500  $\mu\text{mol mL}^{-1}$  and 1000  $\mu\text{mol mL}^{-1}$ ).  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities were calculated as acarbose equivalent (mmol ACAE/g extract) and % glucosidase inhibition (Palanisamy et al., 2011)

Ellman method was applied to determine the AChE enzyme inhibition activity of the plant. The enzyme converts acetyl thiocholine to thiocholine. Thiocholine reacts with DTNB (5,5-dithio-bis-2-nitrobenzoic acid) to form yellow colored TNB (5-thio-2-nitrobenzoic acid). The absorbance of the TNB is measured. AChE enzyme solution prepared from DTNB and Tris HCl buffer was added onto the extracts and incubated. Acetyl thiocholine iodide (ATCI) substrate was then added and incubated at room temperature for 10 minutes. Absorbances were measured at 405 nm (Ellman et al., 1961). Galantamine was used as the standard substance. The standard curve was drawn by applying the same processes to the solutions of Galantamine at different concentrations. Acetylcholine esterase inhibitory activity was calculated as galantamine equivalent (mg GALAE/g extract) and % acetylcholine esterase inhibition.

The tyrosinase inhibitory activity was carried out according to the dopachrome method using L-DOPA as a substrate. The extracts were prepared in 50% DMSO. Phosphate buffer and tyrosinase enzyme solution were added on it and incubated. After L-DOPA was added and incubated again for 10 minutes, absorbances were read at 492 nm (Orhan et al., 2012; Çakmak et al., 2017). Kojic acid was used as the standard substance. The standard curve was drawn by applying the same processes to the solutions of kojic acid at different concentrations. Tyrosinase inhibitory activity was calculated as kojic acid equivalent (mg KAE /g extract) and % tyrosinase inhibition. The following formula was used to find% inhibition in all enzyme inhibition assays.

$$\% \text{ inhibition} = [(\text{Abscontrol} - \text{Absextract}) / \text{Abscontrol}] \times 100$$

Absextract: Absorbance of the inhibitor-containing extracts and standard substances.

Abscontrol: Absorbance of the 100% active control without inhibitor.

### 2.4 Determination of Essential Fatty Acid Amount and Its Components

Hydrodistillation process was applied using Clevenger device to determine the amount and components of essential oils. The plant was enclosed in a glass flask and essential oils were obtained under reflux with distilled water. The amount of essential oil was determined and percentage yields were calculated in terms of mass/mass by using pressurized nitrogen gas. Then the extracts obtained were analyzed in GC-MS (Agilent) with suitable solvents. The Helium (Flow rate: 0.7 mL) was used as carrier gas in the analysis. The column temperature was programmed to increase from 60 °C to 220 °C with an increase of 4 °C  $\text{minute}^{-1}$ , and kept at the same temperature for 10 minutes, then increase again 4 °C  $\text{minute}^{-1}$  to 240 °C. The separated components were identified by the comparison method with Wiley 9-nist 11 mass spectral database data by calculating the peak areas.

### 2.5 Statistical analysis

Samples taken from the extracts were analyzed in triplicate and recorded in order to determine the results. Statistical calculations of the results were carried out using the SPSS 18 program. The analysis of the data has been expressed as "mean  $\pm$  standard deviation". One-way variance analysis (ANOVA) was applied to the absorbance values measured by spectroscopy in order to determine the statistical differences between enzyme inhibition results.

Differences between absorbance data were determined using LSD and DUNCAN tests and  $p < 0.05$  values were considered statistically different.

### 3. Results and Discussion

Diabetes mellitus is a serious metabolic disease that threatens public health. Patients diagnosed with Type 2 diabetes are initially administered medical nutrition therapy and an exercise program. Antidiabetic drugs are also used to provide glycemic control in Type 2 diabetes. Those that increase insulin secretion, increase insulin sensitivity, inhibit glucose absorption;  $\alpha$ -glucosidase enzyme inhibitors (acarbose) are used as antidiabetic agents.  $\alpha$ -amylases are the enzyme that breaks down maltodextrin, malto-oligosaccharides and glucose by hydrolyzing glucosidic bonds in starch and glycogen. It has been reported that  $\alpha$ -amylase inhibitors may be effective in the treatment of Type 2 diabetes, since  $\alpha$ -amylase inhibition causes carbohydrate tolerance, feeling of satiety, weight loss and prolonged gastric emptying (Gerrard et al., 2000, Conforti et al., 2005).  $\alpha$ -glucosidase, another enzyme important in carbohydrate digestion, is a membrane-bound enzyme in the small intestine epithelium and hydrolyzes oligosaccharides and disaccharides to glucose units.  $\alpha$ -glucosidase is involved in the last step of digestion of carbohydrates, so inhibitors of this enzyme prolong the time of complete digestion of carbohydrates and delay their digestion (Kim and Uyama, 2005). Therefore,  $\alpha$ -glucosidase inhibitors can suppress postprandial blood glucose levels by slowing down the hydrolysis and absorption of carbohydrates.  $\alpha$ -glucosidase inhibitors cause a decrease in glucose absorption rate and increased postprandial blood glucose ratio, than  $\alpha$ -glucosidase inhibition gains importance in the regulation of Type 2 diabetes (Hamdan and Afifi, 2004). The inhibition activity of the  $\alpha$ -amylase enzyme of the species was shown as acarbose equivalent in Table 1 and as % inhibition activity in Table 2. It is seen that diethyl ether and acetone extracts of the plant have higher inhibition of %  $\alpha$ -amylase than other extracts and especially diethyl ether extract is not statistically different from the % inhibition of standard substance acarbose ( $p > 0.05$ ) and has an effect close to % inhibition of acarbose.

The inhibition activity of the  $\alpha$ -glucosidase enzyme of the plant extracts is shown in Table 1 and Table 2 as acarbose equivalent and % inhibition. It was found that methanol extract showed the closest %  $\alpha$ -glucosidase activity to acarbose. The relationship between %  $\alpha$ -glucosidase enzyme inhibition of the extracts is as TTW < TTH < TTDE < TTEA < TTA < TTM. The plant extracts appear to inhibit these enzymes responsible for carbohydrate hydrolysis. In particular, the standard substance acarbose had an effect on the  $\alpha$ -amylase enzyme. It depends on the reduction of carbohydrate absorption of polyphenols in the structure of plants, improvement of  $\beta$  cell function, stimulation of insulin secretion, modulation of enzymes exposed to antioxidant activity. The inhibitory effect of phenolic compounds such as flavonoids, tannins and phenolic acids against  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase, the enzymes responsible for digesting carbohydrates, is known. Flavonoids, tannins and phenolic acids contained in *Thermopsis turcica* may have an inhibitory effect on  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase enzymes. Aksoy et al., (2013) was observed that radical scavenging effect of acetone and methanol extracts of *Thermopsis turcica*. They stated that the radical scavenging effect is related to the total amount of phenolic substances. They showed that the radical scavenging effect and total phenolic substance content of *Thermopsis turcica* in acetone extract is high (Aksoy et al., 2013). In another study, the effects of ethanolic and aqueous extracts of *Thermopsis turcica* on MDA, GSH, SOD, CAT, and plasma AOA in rat blood and tissue samples were investigated. It has been determined that aqueous extracts of the plant have positive effects on GSH, decreasing MDA values in blood, liver and kidney tissue samples (Çelik and Küçükkurt, 2016). They stated that it is an effective against lipid peroxidation and supports the antioxidant system. There is an increase in free radical activity in diabetes. In addition, there is a relationship between hyperglycemia and hyperlipidemia and the level of lipid peroxides in diabetic patients. It is known that lipid peroxidation plays an important role in the emergence of many diseases and that lipid peroxidation is increased in both types of diabetes (Çakatay et al., 2000). Studies have reported that free oxygen radicals and lipid peroxidation significantly increase in rats with diabetes and diabetic patients and oxidative stress plays a role in the etiology and progression of diabetes. It is known that molecules with antioxidant properties have important effects on the correction of oxidative stress, protein glycation and glucose metabolism in diabetes (Pitkanen et al., 1992). It can be thought that *Thermopsis turcica* may be antidiabetic because it contains phytochemicals that support the antioxidant system, prevents free radical formation and lipid peroxidation, and inhibits carbohydrate digestive enzymes, especially  $\alpha$ -glucosidase.

Acetylcholine (ACh) is one of the most important neurotransmitters. ACh molecules are hydrolyzed by the acetylcholine esterase (AChE) enzyme. As a result of the reaction, the degradation products enter the presynaptic cell. ACh is then regenerated and so the chain of events continues (Kiss and Vizi, 2001). Alzheimer's is a progressive and chronic neurodegenerative disease that occurs in the brain. The symptomatic treatment protocol of Alzheimer's is to increase the synaptic amount of acetylcholine in the brain by inhibition of AChE, the enzyme responsible for hydrolysis of acetylcholine (McGeer and McGeer, 2003).



AChE inhibitors such as tacrine, galantamine and donepezil are used in the symptomatic treatment of Alzheimer. Physostigmine has been used as an acetylcholine esterase inhibitor. Physostigmine is an alkaloid isolated from *Physostigma venenosum* L. (Fabaceae). *Thermopsis turcica* used in this study is a species of legume (Fabaceae) family. Galantamine was chosen as the standard substance in the study. The inhibitory effect of galantamine equivalent AChE of different extracts of the species and the inhibitory effect of AChE % are given in Table 1 and Table 2. AChE inhibition activity of *Thermopsis turcica* methanol extract was found to be statistically significant ( $p<0.05$ ) higher than other extracts. However, it appears that even methanol extract ( $61.76\pm 0.86\%$ ) is not as effective as galantamine ( $85.86\pm 1.44\%$ ). Cholinesterase inhibitors that bind to the peripheral anionic region of the enzyme, act in two ways as that inhibit both the cholinergic system and amyloid  $\beta$ -peptide aggregation originating from this region. Galantamine, on the other hand, binds to nicotinic receptors allosterically, modulating nicotinic receptors to increase acetylcholine release (Morgana et al., 2004).

Table 1. Inhibitory properties of extracts prepared with different solvents on  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, acetylcholine esterase, tyrosinase enzymes

Çizelge 1. Farklı çözücülerle hazırlanan ekstraktların  $\alpha$ -amilaz,  $\alpha$ -glukozidaz, asetilkolin esteraz, tirozinaz enzimlerini inhibe edici özellikleri

	$\alpha$ -amylase inhibition (mmolACAE/g extract)	$\alpha$ -glucosidase inhibition (mmol ACAE/g extract)	Acetylcholine esterase inhibition (mg GALAE/g extract)	Tyrosinase inhibition (mg KAE/g extract)
<b>TTEA</b>	0.57±0.015 <sup>a</sup>	1.07±0.030 <sup>c</sup>	1.47±0.036 <sup>b</sup>	92.03±1.028 <sup>c</sup>
<b>TTW</b>	0.59±0.021 <sup>ab</sup>	0.60±0.027 <sup>a</sup>	1.61±0.025 <sup>c</sup>	89.43±0.706 <sup>a</sup>
<b>TTM</b>	0.60±0.006 <sup>b</sup>	1.63±0.040 <sup>e</sup>	3.97±0.050 <sup>e</sup>	90.84±0.385 <sup>e</sup>
<b>TTDE</b>	0.80±0.021 <sup>d</sup>	0.87±0.020 <sup>b</sup>	2.74±0.025 <sup>d</sup>	90.50±0.639 <sup>b</sup>
<b>TTH</b>	0.58±0.021 <sup>ab</sup>	0.61±0.025 <sup>a</sup>	2.69±0.020 <sup>d</sup>	88.15±1.062 <sup>a</sup>
<b>TTA</b>	0.74±0.015 <sup>c</sup>	1.51±0.030 <sup>d</sup>	1.39±0.015 <sup>a</sup>	101.28±0.948 <sup>d</sup>

\* Values are mean  $\pm$  standard deviation; n = 3. <sup>a, b, c, d, e</sup>: Different letters in the same column represent statistically significant differences ( $p<0.05$ ) among different extracts. ACAE: Acarbose equivalent; GALAE: Galanthamine equivalent; KAE; Kojic Acid Equivalent. TTEA: *Thermopsis turcica* ethyl acetat extract; TTW: *Thermopsis turcica* water extract; TTM: *Thermopsis turcica* methanol extract; TTDE; *Thermopsis turcica* diethyl ether extract; TTH: *Thermopsis turcica* hexzane extract; TTA: *Thermopsis turcica* acetone extract.

Tyrosinase is a copper-containing enzyme that determines skin and hair color. It takes part in melanin biosynthesis. Treatments for tyrosinase enzyme inhibition are preferred in skin diseases related to melanin hyperpigmentation. Inhibition of tyrosinase activity and expression is the main goal in skin whitening agent development studies. For this reason, many active phytochemicals are isolated and used from natural sources (Slominski et al., 2005; Yamauchi and Mitsunaga, 2016). Tyrosinase activity is determined by methods such as the determination of oxygen consumption, the use of nucleophilic reagents that capture o-quinones and produce chromophoric structures, determination of oxidation of quinones using reducing structures such as ascorbic acid, and direct measurement of o-quinones or their products (Munoz et al., 2006). Tyrosinase is also problematic of the pigmentation of neurons in the substantia nigra region of the brain, which is rich in dopamine, through the tyrosine-tyrosinase enzymatic pathway. In this pathway, it provides the formation of some neurotoxic metabolites as a result of the oxidation reaction catalyzed by 5-S-cysteinyl-dopamine. This may lead to dopamine toxicity in Parkinson's patients. Therefore, the use of tyrosinase inhibitors in Parkinson's patients is a current approach. Phytochemicals with inhibitory activity against tyrosinase have been determined in the studies. Flavonoids (such as campherol, quercetin and morine) have been shown to be inhibitory to tyrosinase (Kim and Uyama, 2005). One of the synthetic inhibitors frequently used to inhibit tyrosinase enzyme activity is kojic acid. It is a strong tyrosinase inhibitor and acts by chelating with copper (Maeda and Fukuda, 1991). Finding the toxic effects of long-term use of synthetic inhibitors has accelerated the studies to determine alternative natural inhibitors. Kojic acid was used as a standard substance in

the study. The tyrosinase inhibitory effect of kojic acid equivalent of different extracts of the species in Table 1 and the % inhibitory effect in are given in Table 2. The tyrosinase inhibition activity of acetone extract of *Thermopsis turcica* was found to be statistically significantly higher ( $p < 0.05$ ) than other extracts. However, acetone extract ( $71.07 \pm 1.567\%$ ) was found to be statistically significantly lower ( $p < 0.05$ ) than kojic acid ( $87.12 \pm 1.26\%$ ).

Table 2. % Inhibition of extracts prepared with different solvents on  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, acetylcholine esterase, tyrosinase enzymes

Çizelge 2. Farklı çözücülerle hazırlanan ekstraktların  $\alpha$ -amilaz,  $\alpha$ -glukozidaz, asetilkolin esteraz, tirozinaz enzimleri üzerinde % inhibisyonu

	$\alpha$ -amylase (% Inhibition )	$\alpha$ -glucosidase (% Inhibition )	Acetylcholine esterase (% Inhibition )	Tyrosinase (% Inhibition )
<b>TTEA</b>	53.09 $\pm$ 0.781 <sup>a</sup>	68.25 $\pm$ 1.218 <sup>c</sup>	41.20 $\pm$ 2.244 <sup>ab</sup>	65.13 $\pm$ 0.785 <sup>bc</sup>
<b>TTW</b>	69.10 $\pm$ 1.689 <sup>c</sup>	51.76 $\pm$ 1.473 <sup>a</sup>	42.52 $\pm$ 1.155 <sup>b</sup>	60.17 $\pm$ 1.172 <sup>a</sup>
<b>TTM</b>	70.63 $\pm$ 1.736 <sup>c</sup>	78.36 $\pm$ 1.236 <sup>e</sup>	61.76 $\pm$ 0.863 <sup>d</sup>	62.48 $\pm$ 2.234 <sup>ab</sup>
<b>TTDE</b>	89.87 $\pm$ 1.125 <sup>e</sup>	58.91 $\pm$ 1.280 <sup>b</sup>	50.26 $\pm$ 1.913 <sup>c</sup>	65.91 $\pm$ 1.753 <sup>c</sup>
<b>TTH</b>	61.12 $\pm$ 1.953 <sup>b</sup>	52.62 $\pm$ 0.585 <sup>a</sup>	49.33 $\pm$ 1.871 <sup>c</sup>	60.14 $\pm$ 1.631 <sup>a</sup>
<b>TTA</b>	85.18 $\pm$ 1.636 <sup>d</sup>	75.04 $\pm$ 1.130 <sup>d</sup>	39.30 $\pm$ 0.355 <sup>a</sup>	71.07 $\pm$ 1.567 <sup>d</sup>
<b>Standart</b> *	91.75 $\pm$ 1.259 <sup>e</sup>	87.91 $\pm$ 1.335 <sup>f</sup>	85.86 $\pm$ 1.434 <sup>e</sup>	87.12 $\pm$ 1.260 <sup>e</sup>

\* Standard substance acarbose for  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase enzymes inhibition; galantamine for acetylcholine esterase enzyme inhibition; kojic acid for tyrosinase enzyme inhibition. Values are mean  $\pm$  standard deviation; n = 3. a, b, c, d, e: Different letters in the same column represent statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) among different extracts. TTEA: *Thermopsis turcica* ethyl acetat extract; TTW: *Thermopsis turcica* water extract; TTM: *Thermopsis turcica* methanol extract; TTDE; *Thermopsis turcica* diethyl ether extract; TTH: *Thermopsis turcica* hexzane extract; TTA: *Thermopsis turcica* acetone extract

Essential oils are naturally occurring structures in many plants. Herbal essential oils have a very complex structure. Essential oils are used for medical purposes because they contain alcohols, esters, terpenes, aldehydes, coumarins (Sangwan et al., 2001, Carrapiso et al., 2002). Dry drug oil yield of *Thermopsis turcica* plant was determined by hydrodistillation and was found to be 0.04 %. The essential fatty acid content and relative percentages of the species are given in Table 3. The structure of 89.4 % of the essential fatty acid content has been defined. Palmitic acid (51.8 %), myristic acid (17.5 %) and hexahydrofarnesyl (5.3 %) are the most common structures in its structure. It also includes cosane in species structure. Cosanes are alkanes with a carbon number of 20-29.

Table 3. The essential oil content of the *Thermopsis turcica* and the percentage of essential oils

Çizelge 3. *Thermopsis turcica*'nin uçucu yağ içeriği ve uçucu yağların yüzdesi

Compounds	Percentages (%)*	Compounds	Percentages (%)*
Hexahydrofarnesyl acetone	5.3	Pentadecanoic acid	2.3
Tricosane	1.7	Nonacosane	2.9
Dodecanoic acid (Lauric acid)	1.3	Hexadecanoic acid (Palmitic acid)	51.8
Pentacosane	2.9	Octadecanoic acid (Stearic acid)	0.7
Fitol	2.4	(Z) -9-Octadecanoic acid (Oleic acid)	0.6
Tetradecanoic acid (Myristic acid)	17.5		
		<b>Total</b>	<b>89.4</b>

\*Analysis of compounds presenting more than 0.5% was carried out.

#### 4. Conclusion

The inhibition activities of *Thermopsis turcica*,  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, acetylcholine esterase and tyrosinase enzyme and volatile fatty acid contents were determined in this study. It was observed that extracts of the plant obtained with different solvents did not show inhibitory properties compared to the standard substance against acetylcholine esterase and tyrosinase enzymes. It is thought that *Thermopsis turcica* may have antidiabetic effects due to its inhibitory activity against enzymes responsible for carbohydrate digestion. In addition, some polyphenols are absorbed directly from the stomach or small intestine and most of the polyphenols taken reach the large intestine after being metabolized in the intestinal microbiota before absorption. Some polyphenols are thought to stimulate the activity of bacteria in the digestive tract, prebiotic effect. Polyphenols from microbial transformation as well as gastric and intestinal absorption reach the liver via enterohepatic circulation and thus undergo Phase I and II biotransformation in the liver. Polyphenol metabolites formed in liver metabolism are absorbed into the blood, which will then be distributed through peripheral tissues to exhibit beneficial metabolic effects. Therefore, identification of polyphenol metabolites in blood and tissues is important for understanding the antidiabetic effects of polyphenols and for the development of nutraceuticals and functional foods in the future.

#### Acknowledgment

We declare that, this study was financially supported by Scientific Research Projects Committee (project number: 19.FEN.BIL.30), Rectorate of Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey.

#### References

- Aksoy, L. and Suyundikov, M., 2020. Morphological and Phytochemical Properties of Endemic Plant Taxa in Afyonkarahisar Flora. *Turkish J. Biosci. Collect.*, 4, 20-26.
- Aksoy, L., Kolay, E., Ağılönü, Y., Aslan, Z. and Kargioğlu, M., 2013. Free Radical Scavenging Activity, Total Antioxidant Status and Total Oxidant Status of Endemic *Thermopsis turcica*. *Saudi J Biol Sci*, 10, 10-16.
- Carrapiso, I., Jurado, Á., María, L.T. and García, C., 2002. Odor-Active Compounds of Iberian Hams with Different Aroma Characteristics. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 6453-6458.
- Cenkci, S., Yıldız, M. and Terzi, H., 2012. *Thermopsis turcica*, Endemic to Afyonkarahisar: Its Past, Today and Gaining to Economy. *AKU J. Sci. Eng.*, 12, 23-26.
- Conforti, F., Statti, G., Loizzo, M.R., Sacchetti, G., Poli, F. and Menichini, F., 2005. In Vitro Antioxidant Effect and Inhibition of Alpha-Amylase of Two Varieties of *Amaranthus caudatus* Seeds. *Biol. Pharm. Bull.*, 28, 1098-1102.
- Çakatay, U., Salman, S., Satman, İ., Sivas, A. and Telci, A., 2000. Oxidative Protein Damage in Early Stage Type 1 Diabetic Patients. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 50, 213-223.
- Çakmak, Y.S., Zengin, G., Eskin, B., Yıldırım, K., Topal, M., Altun, G.H., Ünlü, E., Baydemir M and Erten K., 2017. Investigation of Antioxidant and Enzyme Inhibition Activities and Phenolic Compound of *Medicago rigidula* (L.). *All. Marmara Pharm. J.*, 21, 522-529.
- Çelik, Y. and Küçük Kurt, İ., 2016. Investigation of the Antioxidant Effects of Extract Obtained from *Thermopsis turcica* Plant in Rats. *Kocatepe Vet. J.*, 9, 259-265.
- Ekim, T., M. Koyuncu, M. Vural, H. Duman, Z. Aytaç and N. Adıgüzel. 2000. Red data book of Turkish plants (Pteridophyta and Spermatophyta). Turkish Association for the Conservation of Nature & Van Centennial University, ISBN: 975-93611-0-8, Barışcan Ofset, 246pp, Ankara.
- Ellman, G.L., Courtney, K.D., Andres, V. Jr. and Feather-Stone, R.M., 1961. A New and Rapid Colorimetric Essential Oil, Antioxidant, Antidiabetic, Anti-obesity, and Neuroprotective Properties of *Prangos gaubae*. *Nat. Prod. Commun.*, 12, 12.
- Gerrard, J.A., Prince, M.J. and Abell, A.D., 2000. Kinetic Characterisation of Ene-Diol-Based Inhibitors of Alpha-Amylase. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 10, 1575-1576.
- Gonçalves, R., Mateus, N. and de-Freitas, V., 2011. Influence of Carbohydrates on the Interaction of Procyanidin B3 with Trypsin. *J. Agric. Food Chem.*, 59, 11794-11802.
- Hamdan, I.I. and Afifi, F.U., 2004. Studies on the In Vitro and In Vivo Hypoglycemic Activities of Some Medicinal Plants Used in Treatment of Diabetes in Jordanian Traditional Medicine. *J. Ethnopharmacol.*, 93, 117-121.
- Karaşin, N., 2011. Determination of Antioxidant Antimicrobial and Muthagenic Activity of *Cynara Syriaca* Methanol Extract Growing In and Around Diyarbakır. Msc. Thesis. Institute of Natural and Applied Sciences. University of Dicle, 51p, Diyarbakır.
- Kim, Y.J. and Uyama, H., 2005. Tyrosinase Inhibitors from Natural and Synthetic Sources: Structure, Inhibition Mechanism and Perspective for the Future. *Cell. Mol. Life Sci.*, 62, 1707-1723.

- Kiss, J.B. and Vizi, E.S., 2001. Nitric Oxide: A Novel Link Between Synaptic and Nonsynaptic Transmission Trends Neuroscience. Trends Neurosci., 24, 211-215.
- Maeda, K. and Fukuda, M., 1991. In Vitro Effectiveness of Several Whitening Cosmetic Components in Human Melanocytes. J. Cosmet. Sci., 42, 361-368.
- McGeer, E.G. and McGeer P.L., 2003. Clinically Tested Drugs for Alzheimer's Disease. Expert Opin. Investig. Drugs 12, 1143-1151.
- Morgana, C., Colombresa, M., Nunez, M.T. and Inestrosa, N.C., 2004. Structure and Function of Amyloid in Alzheimer's Disease. Prog. Neurobiol., 74, 323-349.
- Munoz, J.L., Garcia Molina, F., Varon, R., Rodriguez Lopez, J.N., Garcia Canovas, F. and Tudela, J., 2006. Calculating Molar Absorptivities for Quinones: Application to the Measurement of Tyrosinase Activity. Anal. Biochem., 351, 128-138.
- Orhan, I., Senol, F.S., Gulpınar, A.R., Kartal, M., Sekeroğlu, N., Deveci, M., Kan, Y. and Sener, B., 2012. Acetylcholinesterase Inhibitory and Antioxidant Properties of *Cyclotrichium Niveum*, *Thymus Praecox* Subsp *Caucasicus* var *Caucasicus*, *Echinacea Purpurea* and *E Pallida*. Food Chem. Toxicol., 47, 1304-1310.
- Palanisamy, U.D., Ling, L.T., Manaharan, T. and Appleton, D., 2011. Rapid Isolation of Geraniin from *Nephelium lappaceum* Rind Waste and its Hyperglycemic Activity. Food Chem., 127, 21-27.
- Pitkanen, O.M., Martin, J.M., Hallman, M., Akerblom, H.K., Sariola, H. and Andersson, S.M., 1992. Free Radikal Activity During Development of İnsülin Dependent Diabetes Mellitus in the Rat. Life Sci., 50, 335-339.
- Sangwan, R.S., Sangwan, N.S., Farooqi, A.H.A. and Shabih, F., 2001. Regulation of Essential Oil Production in Plant. Plant Growth Regul., 34, 3-21.
- Slominski, A., Wortsman, J., Plonka, P.M., Schallreuter, K.U., Paus, R. and Tobin, D.J., 2005. Hair Follicle Pigmentation. J. Invest. Dermatol., 124, 13-21.
- Tucci, S.A., Boyland, E.J. and Halford, J.C.G., 2010. The Role of Lipid and Carbohydrate Digestive Enzyme Inhibitors in the Management of Obesity, a Review Current and Emerging Therapeutic Agents. Diabetes Metab. Syndr. Obes., 3, 125-143.
- Yamauchi, K. and Mitsunaga, T., 2016. Melanogenesis and Melanosome Transportation Modulators from Plants. Lett. Drug Des. Discov., 13, 742-751.
- Yang, X.W., Huang, M. Z., Jin, Y.S., Sun, L.N., Song, Y. and Chen, H.S., 2012. Phenolics from *Bidens bipinnata* and their Amylase Inhibitory Properties. Fitoterapia, 83, 1169-1175.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.902843

**Şeker mısırında farklı organik materyal ve azot uygulamalarının koçan verimi ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisi**

İlknur Akgün<sup>a\*</sup>, Ruziye Karaman<sup>a\*</sup>, Aykut Şener<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ruziyekaraman@isparta.edu.tr

Geliş/Received 28/03/2021

Kabul/Accepted 09/09/2021

**ÖZET**

Araştırmada geleneksel gübre uygulaması (10 ve 20 kg N da<sup>-1</sup>) ile farklı organik materyal [azot ilaveli ve ilavesiz gül posası ile deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*), farklı zamanda gül posası uygulaması] uygulamalarının Vega F1 şeker mısır çeşidinde koçan verimi ve bazı tarımsal özelliklere etkisi belirlenmiştir. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve kontrol ile birlikte toplam 9 farklı uygulama yer almıştır. İki yıllık ortalama verilere göre, uygulamaların tamamında kardeş sayısı, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, koçan sayısı, koçan çapı, koçan randımanı ile pazarlanabilir kavuzlu ve kavuzsuz koçan veriminde kontrole göre istatistiksel olarak önemli seviyede artış belirlenmiştir. Vega F1 şeker mısır çeşidinde farklı şekilde gül posası ile deniz yosunu uygulamaları, bitki gelişmesine olumlu katkı sağlamasına rağmen, en yüksek kavuzlu ve kavuzsuz koçan verimi 20 kg da<sup>-1</sup> N uygulamasından elde edilmiştir. Koçan sayısı, koçan çapı, koçan randımanı ve kavuzlu koçan ağırlığı yönünden 10 ve 20 kg da<sup>-1</sup> N uygulamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Kardeş sayısı, bitki boyu ve ilk koçan yüksekliğine ait değerler, uygulamalara göre istatistiksel olarak farklılık göstermemiş ve kontrol hariç aynı grupta yer almıştır. Sonuç olarak, Vega F1 şeker mısırında yüksek verim için deniz yosunu ve gül posası uygulamalarına ilave azotun verilmesi gerektiği ortaya konulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:**

Şeker mısır  
Koçan özellikleri  
Gül posası  
Deniz yosunu  
Azotlu gübreleme

**Effects of different organic material and nitrogen applications on ear yield and some agronomic characters of sugar corn**

**ABSTRACT**

In the research, effect of traditional fertilizer application (10 and 20 kg N da) and different organic material [application of nitrogen addition and without addition, rose pulp with seaweed (*Ascophyllum nodosum*) and rose pulp at different periods] applications was determined on ear yield and some agricultural properties in Vega F1 sweet corn variety. The study was carry out according to completely randomized blocks trial design with 3 repetitions and a total of 9 different applications were included with the control in study. According to two- years average data, statistically significant increase was determined to the control in number of tiller, plant height, first ear height, ear number, ear diameter, husk yield (husk ratio), marketable yield of husked and huskless ear. Although differently applications of rose pulp and seaweed in Vega F1 sweet corn variety positively contributed to plant growth, the highest husk and huskless ear yield was obtained from 20 kg da<sup>-1</sup> N application. No significant difference was found between 10 and 20 kg da<sup>-1</sup> N applications in terms of the ear number, ear diameter, ear performance and husked weight. The values related to tiller number, plant height and first ear height didn't differ statistically according to the applications and in the same group except control. As a result, it was revealed that additional nitrogen should be given to seaweed and rose pulp applications for high yield.

**Keywords:**

Sweet corn  
Ear properties  
Rose pulp  
Seaweed  
Nitrogenous fertilization

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

Şeker mısırı yeni dünya orjinli olup (Welbaum, 2015) mısırın alt türlerinden (at dişi mısır, sert mısır, cin mısır, şeker mısır, kavuzlu mısır, unlu mısır ve mumlu mısır) birisidir. Tatlı mısırın orjini hakkında kesin bilgi bulunmamakla birlikte, Peruluların “Chuspillo veya “Chullpi” olarak isimlendirdikleri mısır çeşidinden mutasyonla oluştuğu ileri sürülmektedir. Şeker mısırı varyetelerinde tane rengi (sarı, beyaz veya iki renkli ), olgunlaşma zamanı (erkenci, orta geççi ve geççi) ve şeker içeriği yönünden [standart (su-1), şeker içeriği artırılmış (se), süper tatlı (sh-2)] farklı çeşitler bulunmaktadır. Şeker mısırı tanesinde suda çözülebilir protein içeriği diğer mısır türlerinden daha fazladır. Hasat olgunluğuna gelen tatlı mısırdaki % 5-6 şeker, % 10-11 nişasta, % 3 suda çözülebilir polisakaritler, % 70 su, %15 protein, %9 yağ, vitamin A ve potasyum, yüksek miktarda fosfor, magnezyum, demir ve çinko bulunduğu bildirilmiştir (Dickerson, 1996; Keerthi ve ark., 2017; Sevov, 2017). Şeker mısırı üretiminde lider ülkelerin başında USA gelmekte, bunu, Nijerya, Meksika, Endonezya, Peru takip etmektedir (FAO, 2020). Ülkemizde şeker mısırının ekim alanı ve üretim miktarı ile ilgili istatistiksel kayıtlar tespit edilememiştir. Türkiye’de şeker mısırı ekim alanı, toplam mısır ekim alanının %1-2’si kadar olduğu tahmin edilmektedir (Arslan ve Williams, 2015).

Birim alandan maksimum verimin elde edilmesinde en büyük girdiyi kimyasal gübreler oluşturmaktadır. Mısır üzerinde yapılan araştırmalarda verimi etkileyen en önemli faktörler arasında bitki sıklığı, gübreleme ve yetiştirme tekniklerinin olduğu bildirilmektedir (Giskin ve Etran, 1986) Yapılan çalışmalar incelendiğinde mısır bitkisi en yüksek verimine 20-30 kg N da<sup>-1</sup> dozunda ulaşıldığı görülmektedir. Tek taraflı ve fazla miktarda ticari gübrenin kullanılması ile toprakların fakirleşmesi, fiziksel özelliklerinin bozulması yanı sıra bitki besin elementlerinin alımı da olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenle gübre kullanımını azaltacak farklı uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bitkisel atıklar veya tarımsal endüstri atıklarının tarımda başarılı bir şekilde kullanılabilmesi için yapılan pek çok çalışma ile belirlenmiştir. Bitkisel kökenli atıklar ciddi bir organik madde kaynağı olmanın ötesinde içermiş oldukları bazı bitki besin maddeleri yönünden de önemli bir potansiyele sahiptirler. Bu materyallerin geri kazanımı ile hem organik madde içeriği düşük olan topraklarımızın organik madde içeriği artırılmış, hem de daha az kimyasal gübre kullanımına olanak sağlayabilir.

Türkiye en önemli gül yağı üretici ülkelerden birisi olup, 2019 yılı verilerine göre dikim alanı 38454 dekar ve yağlık gül üretimi ise 16.6 bin tondur. Bu üretimin % 85.12’si Isparta ilinde yapılmakta (FAO, 2020) ve yılda yaklaşık 30 bin ton kadar posa elde edilmektedir (Baydar ve ark., 2020). Gül posasının bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği için, tarımsal amaçlı doğrudan veya zenginleştirilerek kullanılabilmesi bildirilmiştir (Erdal ve Aydemir, 2003). Araştırmalar sonucunda, gül posasının ortalama besin içeriğinin organik madde % 84.2; toplam azot %3.7; toplam fosfor 1.99 mg g; toplam potasyum 24 mg g ve magnezyum 5 mg g olduğunu bildirmişlerdir (Tosun ve ark., 2003). Gül posasının oldukça kaliteli ve ekonomik bir organik gübre kaynağı olduğunu, Sn, Ni ile Pb gibi ağır metallerin miktarlarının kabul edilebilir üst sınır değerlerinin altında kaldığını ve gül posasının organik gübre olarak kullanıldığında insan ve çevre sağlığı için bir risk taşımadığı ileri sürülmüştür (Baydar ve ark., 2020).

Deniz yosunu ekstraktlarının tarımsal amaçlı kullanılması ile çimlenmenin arttığı, yaprakların daha büyük olduğu, kök gelişmesini teşvik ettiği, olumsuz toprak koşullarına karşı dayanımı arttırdığı ve topraktaki besin elementlerinin alımını teşvik ettiği ileri sürülmüştür (Hong ve ark., 1995). Deniz yosunlarında birçok çeşit bulunmakta olup, bu çeşitlerin arasından tarımda en yaygın olarak kullanılanı *Ascophyllum nodosum* (L.) olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, *Fucus* spp., *Laminaria* spp., *Sargassum* spp. ve *Turbinaria* spp. türleri de *Ascophyllum nodosum* (L.) gibi doğal gübre olarak kullanılmaktadır (Hong ve ark. 2007).

Bu çalışmada, kimyasal gübre kullanımının azaltılması ve doğal materyallerin kullanılmasının artırılması, tarımsal atıkların üretime yeniden kazandırılması amaçlanmıştır. Araştırmada farklı dozlarda azot, deniz yosunu ve gül posası uygulamasının şeker mısırında (*Zea mays saccharata*) koçan verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinde 2015 ve 2016 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada geleneksel gübre uygulaması (10 ve 20 kg N da<sup>-1</sup>) ile farklı organik materyal (gül posası ve deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*)) uygulamalarının, şeker mısırının koçan verimi ve bazı tarımsal özellikleri üzerine etkileri karşılaştırılmıştır. Denemede Vega F<sub>1</sub> şeker mısır çeşidi, azot kaynağı olarak Nitropower33 (%33 N), fosfor kaynağı olarak ise, Triple Süper Fosfat (TSP) gübreleri kullanılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her parselde 9 farklı uygulama yer almış ve bu uygulamalar aşağıda verilmiştir.

a) Kontrol: Ekimle birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulanmıştır.

- b)** Deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) uygulaması: Ekimle birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + toprağa katı toz şeklinde 500 g da<sup>-1</sup> deniz yosunu uygulanmıştır.
- c)** Azotlu gübre ilave edilmiş deniz yosunu uygulaması: Ekimle birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + toprağa toz şeklinde 500 g da<sup>-1</sup> deniz yosunu + 5 kg da<sup>-1</sup> N uygulanmıştır.
- d)** Katı ve sıvı halde deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) uygulaması: Ekimle birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + toprağa toz şeklinde 500 g da<sup>-1</sup> deniz yosunu + sıvı halde 500 g da<sup>-1</sup> olacak şekilde yaprak gübrelemesi. Sıvı yaprak gübresi bitkiler yaklaşık 30-40 cm bitki boyuna ulaştığı zaman sırt pülverizatörü ile uygulanmıştır.
- e)** Ekimden önce gül posası uygulaması: Ekimle birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + ekimden 40-45 gün önce dekara 4 ton hesabıyla parsellere uygulanmıştır.
- f)** Ekimle birlikte gül posası uygulaması: Ekimle birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + ekimle birlikte 4 ton da<sup>-1</sup> gül posası parsellere uygulanmıştır.
- g)** Azotlu gübre ile ilave edilmiş gül posası uygulaması: Ekimle birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 4 ton da<sup>-1</sup> gül posası + 5 kg da<sup>-1</sup> N gübrelemesi yapılmıştır.
- h)** 10 kg da<sup>-1</sup> N uygulaması: Ekimle birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 10 kg da<sup>-1</sup> N gübrelemesi yapılmıştır.
- i)** 20 kg da<sup>-1</sup> N uygulaması: Ekimle birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20 kg da<sup>-1</sup> N gübrelemesi yapılmıştır.

Tohumlar markörle çizilen sıralara sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm olan mesafelerde elle açılan ocaklara mayıs ayının ilk haftasında (Akgün ve ark., 2017) ekilmiştir. Her ocağa 2 tohum atılmış, çimlenme tamamlandıktan sonra her ocağa 1 bitki bırakılmıştır. Uygulanacak azotlu gübre dozlarının yarısı ve 10 kg fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ekimle beraber, azotun diğer yarısı ise boğaz doldurma işlemi ile birlikte (bitkiler 30-40 cm ulaşınca), elle serpmeye olarak verilmiştir. Araştırmada bir yıl bekletilmiş ve yanmış özellikte olan gül posası, dekara 4 ton olacak şekilde parsel alanına göre hesaplanarak, toprak yüzeyine serilerek çapa motoruyla toprağa karıştırılmıştır. Sulama, damla sulama şeklinde ekimden itibaren bitkinin nem stresine girmesini önleyecek şekilde uygulanmıştır. Bitkiler süt olum döneminde (koçan püskülleri kurumuş ve tanelere tırnak ile bastırıldığında tanelerden sıvı çıktığı dönem) başlardan 0.5 m, kenarlardan birer sıra kenar tesiri olarak atıldıktan sonra kalan 2 sıradaki bitkilerin taze koçanlar elle hasat edilmiştir. Her parselde tesadüfen seçilen 10 adet bitkide; kardeş sayısı (adet), bitki boyu (cm), ilk koçan yüksekliği (cm), koçan çapı (mm), bitki başına koçan sayısı (adet), koçan randımanı (%), pazarlanabilir kavuzlu ve kavuzsuz koçan verimine (kg da<sup>-1</sup>) ölçüm ve tartımlar yapılmıştır (USDA, 1992; Anonim, 2010). Araştırmada koçan verimi pazarlanabilir (kavuzları soyulduktan sonra koçan uzunluğu 10.2 cm den daha uzun ve ağırlığı 250 g üzerinde olanlar dikkate alınmıştır) koçan sayısı üzerinden dekara verim hesaplanmıştır.

Deneme alanının 0-30 cm derinlikten alınan toprağın analiz sonuçları; tınlı yapıda, pH 7.9, Kireç (CaCO<sub>3</sub>) içeriği % 29.48, toplam tuz içeriği 0.014 dS m<sup>-1</sup>, fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 7.20 kg da<sup>-1</sup>, potasyum (K<sub>2</sub>O) 176.24 kg da<sup>-1</sup> ve organik madde % 0.84 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Isparta ilinde araştırmanın yürütüldüğü yıllar ve uzun yıllara (1950-2014) ait iklim verileri\*  
Table 1. Climate data as to conducted years of research and long years (1950-2014) in Isparta province\*

Yıllar/ Aylar Years/ Months	İklim Faktörleri/ Climate Factors								
	Ortalama Sıcaklık (°C) Mean Temperature (°C)			Toplam Yağış (mm) Total Precipitation (mm)			Ortalama Nispi Nem (%) Mean Relative Humidity (%)		
	Uzun yıllar/ Long years	2015	2016	Uzun yıllar/ Long years	2015	2016	Uzun yıllar/ Long years	2015	2016
Nisan April	10.8	8.7	13.8	53.1	26.1	47.8	61.3	60.7	52.1
Mayıs May	15.5	16.1	14.5	54.3	67.5	87.6	57.4	59.8	64.4
Haziran June	20.1	17.8	21.6	31.5	92.2	12.7	51.2	67.7	47.7
Temmuz July	23.5	23.7	24.8	14.5	3.0	25.7	45.4	48.3	44.9
Ağustos August	23.2	23.5	24.5	10.7	43.4	45.4	46.4	54.8	51.8
<b>Ort/Top Mean/total</b>	<b>18.6</b>	<b>18.0</b>	<b>19.8</b>	<b>164.1</b>	<b>232.2</b>	<b>219.2</b>	<b>52.3</b>	<b>58.3</b>	<b>52.2</b>

\*:Kaynak:Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Denemenin yürütüldüğü yıllara ve aylara ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Vejetasyon dönemindeki uzun yıllar sıcaklık ortalaması (18.6°C), 2016 (19.8°C) yılına ait sıcaklık ortalamalarından daha düşük, 2015 (18.0°C) yılından ise daha yüksek bulunmuştur. Denemenin 2. yılı daha sıcak geçmiştir. İlk yıl vejetasyon dönemi boyunca alınan toplam yağış miktarı (232.2 mm), uzun yıllar ortalamasından (164.1 mm) ve ikinci yıldan (219.2

mm) daha fazla olarak gerçekleşmiştir. Nispi nem içeriğinin uzun yıllar ortalaması % 52.3, 2015 yılının % 58.2 ve 2016 yılının % 52.2 olarak rapor edilmiştir.

Denemeden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, SAS (1998) paket programı kullanılmış ve tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Kardeş sayısı ve Bitki boyu

Vega F1 çeşidinin kardeş sayısı uygulamalara göre 1.7-2.2 adet arasında değişmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Her iki yılda deniz yosunu uygulamasında en fazla kardeş sayısı elde edilmiştir. İki yıllık ortalama verilere göre, bu uygulama ile (kontrol hariç) diğer uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda kardeş sayısı farklı olmuş ve 2. yıl kontrol ve deniz yosunu uygulaması hariç diğer uygulamalara göre kardeş sayısı daha fazla bulunmuştur. Genel ortalama olarak 1. yıl 1.9 adet, 2. yıl ise 2.1 adet olarak belirlenmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemlidir. Araştırmada 2. yıl sıcaklık değerleri (Çizelge 1) birinci yıldan daha fazla olması kardeşlenmeyi teşvik etmiş olabilir. Akgün ve ark. (2017), tarafından yapılan çalışmada, Batem Tatlı çeşidinde yıllara bağlı olarak kardeş sayısında önemli farklılıklar belirlenmiştir (1. yıl: 1.95 adet, 2. yıl: 2.80 adet). Araştırmacılar, sıcaklık artışının kardeşlenmeyi teşvik ettiğini ileri sürmüşlerdir.

Şeker mısırı taze olarak tüketildiğinden kardeşlenme, hasattan sonra kalan yeşil bitkilerin farklı şekillerde (kaba yem veya silaj) değerlendirilmesinde önemlidir. Ancak kardeşlerde gelişen koçanların pazarlanabilirlik yönünden ticari bir değeri olmamasına rağmen, kaba yem üretimini arttırabilir. Şeker mısırı üretiminde yan ürünlerin (pazarlanamayan koçanlar, saplar ve yapraklar) iyi bir hayvan yemi kaynağı olduğu ve süper tatlı hibrid çeşitlerin yeşil saplarında toplam şeker içeriği % 20-22 ve protein oranı % 8-9 arasında değiştiği bildirilmiştir (Sevov, 2017).

Kardeş sayısının genetik yapı ile ilgili olduğu ve çeşitlere göre değişebildiği ileri sürülmüştür (Walter-Shea ve ark., 1991). Genetik yapının yanında çevre şartları da etkilidir (Park ve ark., 1989). Ayrıca, birim alandaki bitki sıklığı (Park ve ark., 1989; Akgün ve ark., 2017) ve ekim zamanı kardeş sayısını etkileyebilmektedir (Akgün ve ark., 2017). Yine, azotlu gübrelemenin mısırdaki kardeş üretimini arttırdığı ileri sürülmüştür (Park ve ark., 1989). Diğer taraftan kardeşlerin koparılması koçan boyunu azalttığı, (Park ve ark., 1989; Hanna ve Story, 1992) ve koçan püskülü çıkarma süresini kısalttığı bildirilmiştir (Sharma ve Adamu, 1984). Bu sonuçlar mısırdaki kardeş oluşumunun fotosentetik etkinliğe katkı sağladığını göstermektedir. Araştırmada organik madde (gül posası deniz yosunu) ve azotlu gübreleme kardeş sayısını önemli seviyede arttırmıştır.

İki yıllık ortalamalara göre bitki boyu 115.92-106.25 cm arasında değişmiş ve uygulamaların bitki boyuna etkisi önemli bulunmuştur. Organik madde ve azotlu gübre uygulaması bitki boyu üzerine olumlu etki yapmış ve kontrol uygulamasına göre bitki boyunu önemli seviyede arttırmıştır. Araştırmada 2. yıl tüm uygulamalarda bitki boyu daha uzun olmuş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemlidir (1. yıl: 105.89; 2. yıl: 119.97). Bu durum bitki boyu üzerine iklim ve toprak koşullarının etkili olduğunu göstermektedir. Denemenin ilk yılında dekar 10 kg ve 20 kg azot uygulamalarında yüksek değerler elde edilirken, 2. yıl azotlu gübre ile zenginleştirilmiş deniz yosunu ve ekimle birlikte gül posası uygulamasında daha yüksek değerler elde edilmiştir. Yıllara göre bitki boyunda en yüksek değerler, farklı uygulamalarda belirlenmiş olması yıl x uygulama interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 2).

Bitki boyundaki artış, yaprak alanını, dolayısıyla asimilasyon alanını da arttırmakta ve tane verimini de olumlu yönde etkilemektedir. Şeker mısırında bitki boyu, çeşide göre değişebildiği gibi iklim koşulları ve kültürel uygulamalar (ekim sıklığı, gübreleme, ekim zamanı gibi) da etkili olabilmektedir (Turgut ve Balcı, 2002; De Grazia ve ark., 2003; Öktem ve Öktem, 2006; Sönmez ve ark., 2013; Akgün ve Siyah, 2015). Bitki boyunun, araştırma yılına göre farklılık göstermesinde, hava sıcaklığının, nem ve yağışın etkili olduğu düşünülmektedir. De Grazia ve ark., (2003) şeker mısırında farklı dozlarda azot ve fosforlu gübre uygulamalarının bitki boyuna etkisi incelenmiştir. Araştırmada fosforun etkisi önemsiz bulunurken azot dozlarına bağlı olarak bitki boyu önemli seviyede artmış, ancak 10 ve 20 kg da<sup>-1</sup> uygulamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır.

Şeker mısırı çeşitlerinde sap kimyasal içeriği çeşitlere göre değiştiği belirlenmiştir (Sevov, 2017). Araştırmacı kuru madde içerisinde ham protein oranı % 8.96-11.56, ham selüloz % 22.55-23.96, ham kül %4.30-4.57 ve toplam şeker içeriği % 15.1-19.7 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Vega F1 çeşidinde bu değerler sırasıyla % 11.56, % 23.85, % 4.57 ve % 18.2 olarak belirlenmiştir. Şeker mısırı üretiminde yan ürünlerin (pazarlanamayan koçanlar, saplar ve yapraklar) iyi bir hayvan yemi kaynağı olduğu ileri sürülmüştür.

Şeker mısırı erken dönemde hasat edildiğinden dolayı, geri kalan bitki kısımlar (taze yaprak, ticari değeri olmayan koçanlar ve saplar) kuru ya da taze olarak kaba yem kaynağı veya silajlık olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle bitki boyunun uzun olması, daha fazla vegetatif aksam elde edilmesine katkı sağlayacaktır. Araştırmada



geleneksel gübre uygulaması ile farklı organik madde uygulamaları arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Bu kullanılan organik maddelerin şeker mısırı gelişmesini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Çizelge 2. Şeker mısırında farklı uygulamaların kardeş sayısına (adet) ve bitki boyuna (cm) etkisi  
Table 2. Effect of different applications on number of tiller and plant height (cm) in sweet corn

Uygulamalar/Applications	Yıllar/Years		Ortalama/ Mean	Yıllar/Years		Ortalama/ Mean
	2015	2016		2015	2016	
Kontrol /Control	1.7	1.7	1.70 B <sup>1</sup>	97.67 e <sup>1</sup>	114.83 c <sup>1</sup>	106.25 B <sup>1</sup>
Deniz yosunu /Seaweed	2.2	2.2	2.20 A	106.90 bc	118.47 b-d	112.68 A
Azotlu gübre + deniz yosunu/ Fertizer with nitrogen + Seaweed	1.8	2.0	1.90 AB	101.40 de	125.53 a	113.47 A
Katı ve sıvı deniz yosunu/ Solid and liquid Seaweed	1.9	2.0	1.95AB	100.27 de	121.23 a-c	110.75 AB
Ekim öncesi gül posası/ Application of rose pulp in presowing	2.0	2.1	2.05 AB	104.77 cd	119.70 b-d	112.23 A
Ekimle birlikte gül posası Application of rose pulp with sowing	1.9	2.3	2.10 AB	107.13 bc	123.57 ab	115.35 A
Azotlu gübre + gül posası Fertizer with nitrogen + Rose pulp	1.9	2.2	2.05 AB	109.93 a-c	119.37 b-d	114.65 A
10 kg da <sup>-1</sup> azotlu gübre/ 10 kg da <sup>-1</sup> Fertizer with nitrogen	1.8	2.2	2.00 AB	112.80 a	119.03 b-d	115.92 A
20 kg da <sup>-1</sup> azotlu gübre/ 20 kg da <sup>-1</sup> Fertizer with nitrogen	2.0	2.2	2.10 AB	112.17 ab	117.97 cd	115.07 A
<b>Ortalama/Mean</b>	<b>1.91 B<sup>1</sup></b>	<b>2.10 A</b>		<b>105.89 B<sup>1</sup></b>	<b>119.97 A</b>	
	<b>Yıl/Year:13.94**;</b>			<b>Yıl/Year:288.230**;</b>		
	<b>Uygulama/Application:2.588*;</b>			<b>Uygulama/Application:5.862**;</b>		
	<b>YılxUygulama/YearxApplication:0.815;</b>			<b>YılxUygulama/YearxApplication:6.51</b>		
	<b>CV:%11.66</b>			<b>**; CV:% 2.7</b>		

\* %5 ve \*\* % 1 önemlidir. CV: Coefficient Variance <sup>1</sup> Aynı sütunda ve aynı satırda farklı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

### 3.2. İlk koçan yüksekliği ve Koçan sayısı

Çalışmada ilk koçan yüksekliği 36.82-43.73 cm arasında değişmiştir. Azotlu gübre ile organik madde (gül posası ve deniz yosunu) uygulamaları arasında önemli bir farklılık belirlenmemiş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Ancak, kontrol uygulamasındaki ilk koçan yüksekliği, diğer uygulamalara göre önemli seviyede farklı bulunmuştur. Araştırmada ilk koçan 2. deneme yılında tüm uygulamalarda daha yüksekte oluşmuş (1. yıl: 41.12 cm; 2. yıl: 43.02 cm) ve yıllar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (Çizelge 3).

Mısır genellikle makine ile hasat edildiğinden ilk koçan yüksekliği önemli bir özelliktir. Araştırmada kontrol grubuna ait bitkilerde ve denemenin 1. yılında bitki boyuna ve (Çizelge 3) ilk koçan yüksekliğini ait değerler, daha düşük bulunmuştur. Bu durum bitki boyu ile ilk koçan yüksekliği arasında olumlu bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. İlk koçan yüksekliğinin genetik yapının yanında, çevre koşullarından da etkilendiği farklı araştırmalarda belirlenmiştir. Nitekim, Stanslous ve ark. (2020), tarafında yapılan çalışmada çeşitlere göre ilk koçan yüksekliği 37.25-77.75 arasında değişmiştir. Bitki boyu uzun olan BATEM Tatlı ve Kompozit Şeker çeşitlerinde, ilk koçan yüksekliği de diğer çeşitlere göre daha uzun bulunmuştur. Yine, Öktem ve Öktem (2006), genelde bitki boyunun yüksek olduğu çeşitlerde, ilk koçan yüksekliğinin fazla, bitki boyunun düşük olduğu çeşitlerde ise ilk koçan yüksekliğinin daha az olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlar bizim araştırma sonuçlarımızı desteklemektedir.

Farklı çalışmalarda ilk koçan yüksekliğinin çeşide bağlı olarak Öktem (2006), 55.9-70.1 cm, İdikut ve Kara (2013), 53-77 cm arasında değiştiği bildirilmiştir. Diğer taraftan ilk koçan yüksekliği, bitki sıklığına, azot dozlarına, ekim tarihine ve diğer çevre faktörlerine göre de değişebilmektedir (Turgut, 2000; Turgut ve Balcı, 2002; Öktem ve Öktem, 2006; Özata ve ark., 2016).

Araştırmada iki yıllık ortalama incelendiğinde bitki başına koçan sayısı 1.23-2.0 adet arasında değişmiş ve uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Dekara 10 kg ve 20 kg azot uygulamalarında bitki başına koçan sayısı 1.88 ve 2.0 adet arasında değişmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli değildir. Kontrol uygulamasına göre organik madde uygulamalarında bitki başına daha fazla koçan sayısı belirlenmiş olmakla birlikte, istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve aralarındaki farklılık önemli bulunmamıştır (Çizelge 3). Yıllara göre bitki başına koçan sayısı önemli seviyede değişiklik göstermiş ve 1. yıl 1.58 adet, 2. yıl ise 1.49 adet olarak belirlenmiştir.

Eser (2014), tarafından yapılan çalışmada bitkide koçan sayısının çeşide göre değiştiği (1.06-1.46 adet) ve Vega F1 çeşidinde 1.20 adet/bitki olduğu belirlenmiştir. Araştırmada pazarlanabilir koçan verimi bakımından ise, en yüksek değer Vega F1 (1523.33 kg da<sup>-1</sup>) çeşidinde tespit edilmiştir. Stansluos ve ark. (2020), 11 farklı şeker mısırı çeşidinde bitki başına koçan sayısı 0.98-1.28 adet arasında değiştiği ve çeşitler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ortaya koymuştur. Yine, Sönmez ve ark. (2013), bitki başına koçan sayısının çeşitlere (1.56-1.96 adet/bitki) ve yıllara (1. yıl: 1.97; 2. yıl: 1.67 adet/bitki) göre önemli farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan Eşiyok ve ark. (2004), bitki başına koçan sayısının çeşitlere göre istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermediğini ve bitki başına koçan sayısını yaklaşık 1 adet olarak tespit etmişlerdir. Hibrit şeker mısırı çeşitlerinde genellikle tane verimi yüksek tek koçan, pazarlanabilir özelliğindedir. Diğer koçanların birçoğunun ticari değeri düşüktür, ancak farklı şekillerde iyi bir hayvan yemi kaynağını oluşturabilmektedir. Araştırmamızda kontrol uygulamasında Vega F1 çeşidinin bitki başına koçan sayısı 1.23 adet bulunmuştur. Ancak, farklı uygulamalara yıllara göre bitkideki koçan sayısı artmıştır. Yapılan araştırmaların birçoğunda benzer çeşitler kullanılmasına rağmen, elde edilen bitki başına koçan sayısını değiştirmiştir. Bu durum genetik yapının yanında çevre şartları ve kültürel uygulamalarının bitkide koçan oluşumuna etki ettiğini göstermektedir. Farklı araştırmalarda bitki başına koçan sayısının çevre koşullarından etkilendiği, birim alandaki bitki sıklığı ve azotlu gübre uygulamalarına göre önemli farklılık belirlenmiştir (Turgut, 2000; Sönmez ve ark., 2013; Thakur ve ark., 2015).

Çizelge 3. Şeker mısırında farklı uygulamaların ilk koçan yüksekliğine (cm) ve bitki başına koçan sayısına (adet/bitki) etkisi

Uygulamalar/Applications	Yıllar/Years		Ortalama/ Mean	Yıllar/Years		Ortalama/ Mean
	2015	2016		2015	2016	
Kontrol /Control	34.27	39.37	36.82 B <sup>1</sup>	1.33	1.13	1.23 B
Deniz yosunu /Seaweed	41.80	44.27	43.04 A	1.47	1.27	1.37 B
Azotlu gübre + deniz yosunu/ Fertilizer with nitrogen + Seaweed	40.60	43.73	42.17 A	1.53	1.50	1.52 B
Katı ve sıvı deniz yosunu/ Solid and liquid Seaweed	40.50	43.20	41.85A	1.50	1.33	1.42 B
Ekim öncesi gül posası/ Application of rose pulp in presowing	43.57	43.90	43.73 A	1.47	1.43	1.45 B
Ekimle birlikte gül posası Application of rose pulp with sowing	42.10	43.10	42.60 A	1.37	1.40	1.38 B
Azotlu gübre + gül posası Fertilizer with nitrogen + Rose pulp	41.73	42.97	42.35 A	1.57	1.50	1.53 B
10 kg da <sup>-1</sup> azotlu gübre/ 10 kg da <sup>-1</sup> Fertilizer with nitrogen	42.83	43.23	43.03 A	1.90	1.87	1.88 A
20 kg da <sup>-1</sup> azotlu gübre/ 20 kg da <sup>-1</sup> Fertilizer with nitrogen	42.63	43.37	43.00 A	2.07	1.93	2.00 A
<b>Ortalama/Mean</b>	<b>41.12 B<sup>1</sup></b>	<b>43.02 A</b>		<b>1.58 A</b>	<b>1.49 B</b>	
	<b>Yıl/Year:4.852*;</b>			<b>Yıl/Year:4.401*;</b>		
	<b>Uygulama/Application:3.322**;</b>			<b>Uygulama/Application:14.299**;</b>		
	<b>YılxUygulama/YearxApplication:1.404;</b>			<b>YılxUygulama/YearxApplication:</b>		
	<b>CV: % 5.46</b>			<b>0.408; CV: % 10.59</b>		

\* %5 ve \*\* % 1 önemlidir. CV: Coefficient Variance <sup>1</sup> Aynı sütunda ve aynı satırda farklı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

### 3.3. Koçan çapı ve Koçan randımanı

Koçan çapı, koçanın pazarlanma değerini arttıran önemli özelliklerden birisidir. Farklı uygulamaların koçan çapına etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Araştırmada iki yıllık ortalamaya göre koçan çapı 40.13-45.60 mm arasında değişmiş, en düşük değer kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Azotlu gübre ve organik madde uygulamaları koçan çapında artış meydana getirmiştir. Ancak, kontrol ile ekimle birlikte gül posası ve deniz yosunu uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Koçan çapı değeri denemenin birinci yılında 43.97 mm, 2. yılında ise 43.0 mm olarak belirlenmiş ve yıllar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Koçan çapı, verimi etkileyen özelliklerden birisidir. Nitekim araştırmada genel ortalama olarak pazarlanabilir kavuzlu ve kavuzsuz koçan veriminde (Çizelge 5) ilk yıl daha yüksek değerler elde edilmiştir. Tane dolumu sırasında çevre faktörlerinin uygun olması koçan çapında olumlu yönde bir etki meydana getirmektedir (Aldrich ve ark., 1982).

Koçan çapı, koçan iriliğini dolayısıyla tane verimini belirlemekte ve pazar değerini arttırmaktadır. Araştırmalarda koçan çapının kalıtım derecesi düşük (Saleh ve ark., 2002) ve çevre faktörlerinin etkisinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (Öktem ve Öktem, 2006; Eser, 2014).

Alp (2000), tarafından yürütülen araştırmada, uygulanan azot dozlarının, koçan çapını ve dekara pazarlanabilir taze koçan verimini önemli derecede olumlu etkilediği bildirilmiştir. Denemede koçan çapı ve dekara taze koçan verimi için en yüksek değerler, 14 kg da<sup>-1</sup> N uygulamasından elde edilmiştir. Benzer sonuçlar farklı çalışmalarda belirlenmiş ve azot dozuna bağlı olarak koçan çapının arttığı bildirilmiştir (Turgut 2000; Altıparmak, 2001). Yine, koçan çapının çeşide ve yıllara göre değiştiği bildirilmiş ve Vega F1 çeşidinde ortalama koçan çapı 47.10 mm olarak belirlenmiştir (Öktem ve Öktem, 2006). Karaman ekolojik şartlarında yapılan çalışmada çeşitlere göre koçan çapı önemli değişiklik göstermiş ve Vega F1 çeşidinde 44.65 mm olarak belirlenmiştir (Eser, 2014).

Kavuzlu koçan ağırlığının, kavuzsuz koçan ağırlığına oranlanması ile elde edilen koçan randımanı (%) değerleri Çizelge 4'te gösterilmiştir. Araştırmada koçan randımanı yıllara ve uygulamalara bağlı olarak önemli değişiklik göstermiştir. İki yıllık ortalamalara göre en yüksek koçan randımanı 20 kg da<sup>-1</sup> uygulamasında (% 74.78) belirlenmiş olmakla birlikte 10 kg da<sup>-1</sup> (% 73.12) ve organik materyale azotlu gübre ilave edilmiş uygulamalardan (% 71.20 ve % 70.93) elde edilmiştir. Bu sonuçlar azotun koçan randımanı üzerine önemli etkisinin olduğunu göstermektedir. En düşük koçan randımanı kontrol uygulamasında (% 61.17) belirlenmiş ancak, deniz yosunu (% 62.98), katı ve sıvı deniz yosunu (% 64.18) ile ekimle birlikte gül posası (% 62.65) uygulamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar organik materyale azot ilave edilmediği uygulamalarda kavuz oranının daha fazla olduğu anlamına gelmektedir. De Grazia ve ark. (2003), tarafından yapılan çalışmada en yüksek kavuz oranı (% 30.95) azot uygulanmayan parsellerden elde edilmiş ve azotlu gübre uygulaması kavuz oranını azaltmıştır.

Araştırmada genel ortalama olarak 2. yıl koçan randımanı önemli seviyede azalmış (%66.39) olmasına rağmen, dekara 10 kg (% 74.10) ve 20 kg (% 76.20) azot uygulaması artmıştır. Bu durum yıl x azot interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Koçanın ağırlığında kavuz miktarı diğer bir ifade ile koçan randımanı, elde edilen ürünün niteliği açısından önemlidir. Koçan randımanı üzerinde yapılan araştırmalarda çeşidin yanında farklı uygulamalarının etkisi de incelenmiştir. Tuncay ve ark. (2005), tarafından yapılan çalışmada koçan randımanı üzerine yetiştirme döneminin etkisinin önemli olmadığı, ancak çeşitlere göre önemli farklılık gösterdiği (% 63.55-80.83) belirlenmiştir. Yine, çeşidin yanında lokasyonlara bağlı olarak koçan randımanının değiştiği tespit edilmiştir (Eşiyok ve ark., 2004). Tatlı mısırdaki ekim/dikim döneminin ve tohum ekimi ile fide dikim şeklinin koçan randımanı üzerine etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Eşiyok ve Bozokalfa, 2005). Araştırmada yetiştirme dönemindeki iklim koşulları ve uygulamaların koçanın kavuz miktarına değıştirdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4. Şeker mısırında farklı uygulamaların koçan çapına (mm) ve koçan randımanına (%) etkisi  
Table 4. Effect of different applications on ear diameter (mm) and husk ratio (%) in sweet corn

Uygulamalar/Applications	Yıllar/Years		Ortalama/ Mean	Yıllar/Years		Ortalama/ Mean
	2015	2016		2015	2016	
Kontrol /Control	41.17	39.10	40.13 C <sup>1</sup>	64.83 b <sup>1</sup>	57.50 e <sup>1</sup>	61.17 D <sup>1</sup>
Deniz yosunu /Seaweed	43.20	40.53	41.87 BC	68.23 ab	57.73 e	62.98 CD
Azotlu gübre + deniz yosunu/ Fertilizer with nitrogen + Seaweed	43.83	43.83	43.83 AB	72.63 a	69.77 bc	71.20 AB
Katı ve sıvı deniz yosunu/ Solid and liquid Seaweed	43.57	41.97	42.77 BC	65.83 b	62.53de	64.18 CD
Ekim öncesi gül posası/ Application of rose pulp in presowing	45.40	44.77	45.08 A	68.20 ab	67.17 cd	67.68 BC
Ekimle birlikte gül posası/ Application of rose pulp with sowing	42.97	40.67	41.82 BC	63.60 b	61.70 e	62.65 D
Azotlu gübre + gül posası/ Fertilizer with nitrogen + Rose pulp	45.10	44.73	44.92 A	71.10 a	70.77 bc	70.93 AB
10 kg da <sup>-1</sup> azotlu gübre/ 10 kg da <sup>-1</sup> Fertilizer with nitrogen	45.20	45.47	45.33 A	72.13 a	74.10 ab	73.12 A
20 kg da <sup>-1</sup> azotlu gübre/ 20 kg da <sup>-1</sup> Fertilizer with nitrogen	45.30	45.90	45.60 A	73.37 a	76.20 a	74.78 A
<b>Ortalama/Mean</b>	<b>43.97 B<sup>1</sup></b>	<b>43.00 A</b>		<b>68.88 A<sup>1</sup></b>	<b>66.39 B</b>	
	<b>Yıl/Year:5.273*</b> ;			<b>Yıl/Year:9.946**</b> ;		
	<b>Uygulama/Application:8.934**</b> ;			<b>Uygulama/Application:18.175**</b> ;		
	<b>YılxUygulama/YearxApplication:0.90</b> ;			<b>YılxUygulama/YearxApplication: 3.186**</b> ;		
	<b>CV:% 3.62</b>			<b>CV :%4.3</b>		

\* %5 ve \*\* % 1 önemlidir. CV: Coefficient Variance <sup>1</sup>Aynı sütunda ve aynı satırda farklı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

## 3.4. Pazarlanabilir Taze Koçan Verimi ve Pazarlanabilir Kavuzsuz Koçan Verimi

Pazarlanabilir özellikteki koçan ağırlığından hesaplanan dekara kavuzlu koçan verimi üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Ayrıca, uygulamalardan elde edilen verim değerleri yıllara göre farklılık göstermiş ve uygulama x yıl interaksyonu önemli çıkmıştır. Her iki yılda kontrol uygulamasından en düşük değerler elde edilmiştir. Organik materyal (gül posası ve deniz yosunu) ve azotlu gübre uygulamaları kavuzlu koçan verimini arttırmıştır. Pazarlanabilir kavuzlu koçan verimi denemenin ilk yılında 2924.89-5014.25 kg da<sup>-1</sup>; ikinci yılında ise 1879.17-596.82 kg da<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. İki yıllık ortalamalara göre en yüksek pazarlanabilir kavuzlu koçan verimi (5491.54 kg da<sup>-1</sup>) 20 kg da<sup>-1</sup> azotlu gübre uygulamasında belirlenmiş, ancak 10 kg da<sup>-1</sup> uygulaması (5051.47 kg da<sup>-1</sup>) ile arasındaki fark önemli bulunmamıştır. 10 kg da<sup>-1</sup> ve 20 kg da<sup>-1</sup> uygulamalarında, azotla zenginleştirilmiş deniz yosunu (3955.00 kg da<sup>-1</sup>) ve gül posası (3942.77 kg da<sup>-1</sup>) uygulamalarından da daha yüksek değerler elde edilmiştir (Çizelge 5).

Kavuzsuz koçan verimine ait ortalamalar Çizelge 5'te verilmiştir. Uygulamalara göre, pazarlanabilir kavuzsuz koçan verimi 1. yılda 1898.40-3678.0 kg da<sup>-1</sup>, ikinci yılda 1079.42-4547.52 kg da<sup>-1</sup> ve iki yıllık ortalamada ise, 1488.91-4112.76 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Organik materyal ve azotlu gübre uygulamalarında pazarlanabilir kavuzsuz koçan verimi artmıştır. En düşük değerler kontrol uygulamasında, en yüksek değerler ise 20 kg da<sup>-1</sup> N uygulamasında belirlenmiş ve diğer uygulamalardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Kavuzlu koçan veriminde 10 ve 20 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamalarında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaz iken, pazarlanabilir kavuzsuz koçan veriminde bu fark önemli çıkmıştır. Bu sonuçlar koçan kavuzlarının düşük azot dozlarında daha fazla olduğunu göstermektedir (Çizelge 5). Organik materyale ilave azot verildiğinde pazarlanabilir kavuzsuz koçan verimi de artmıştır. Toprakta bulunan azot miktarı arttıkça, bitki gelişmesi ve buna bağlı olarak fotosentez de artmakta, koçana daha fazla besin maddesi taşıdığından verim olumlu yönde etkilenmektedir.

Denemenin ilk yılında pazarlanabilir kavuzlu ve kavuzsuz koçan verimi daha fazla olmasına rağmen, yıllar arasındaki bu farklılık önemli değildir. Ancak her iki özellikte de yıl x uygulama interaksyonu önemlidir (Çizelge 5). Bu durum denemenin kurulduğu yıllarda aylara göre sıcaklık ve yağışın farklı olması yanında, toprak özelliklerinden de kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 5. Şeker mısırında farklı uygulamaların pazarlanabilir kavuzlu ve kavuzsuz koçan verimine (kg da<sup>-1</sup>) etkisi  
Table 5. Effect of different applications on marketable husked ear yield (kg da<sup>-1</sup>) and marketable huskless ear yield (kg da<sup>-1</sup>) in sweet corn

Uygulamalar/Applications	Yıllar/Years		Ortalama/ Mean	Yıllar/Years		Ortalama/ Mean
	2015	2016		2015	2016	
Kontrol /Control	2924.89 d <sup>1</sup>	1879.17 e <sup>1</sup>	2402.03 E <sup>1</sup>	1898.40 e	1079.42 e	1488.91 E
Deniz yosunu /Seaweed	3076.21 d	2666.67 d	2871.44 DE	2110.25 de	1540.30 d	1825.28 DE
Azotlu gübre + deniz yosunu/ Fertilizer with nitrogen + Seaweed	3950.52 b	3959.47 c	3955.00 B	2875.08 b	2751.70 c	2813.39 C
Katı ve sıvı deniz yosunu/ Solid and liquid Seaweed	3733.45 bc	2811.04 d	3272.25 CD	2435.10 cd	1759.07 d	2097.09 D
Ekim öncesi gül posası/ Application of rose pulp in presowing	3707.65 bc	3667.48 c	3687.57 BC	2547.17 bc	2464.46 c	2505.82 C
Ekimle birlikte gül posası Application of rose pulp with sowing	3352.14 cd	3101.81 d	3226.98 CD	2129.37 de	1914.72 d	2022.05 D
Azotlu gübre + gül posası Fertilizer with nitrogen + Rose pulp	3904.22 b	3981.32 c	3942.77 B	2777.12 bc	2818.88 c	2798.00 C
10 kg da <sup>-1</sup> azotlu gübre/ 10 kg da <sup>-1</sup> Fertilizer with nitrogen	4856.29 a	5246.64 b	5051.47 A	3504.16 a	3886.22 b	3695.19 B
20 kg da <sup>-1</sup> azotlu gübre/ 20 kg da <sup>-1</sup> Fertilizer with nitrogen	5014.25 a	5968.82 a	5491.54 A	3678.00 a	4547.52 a	4112.76 A
<b>Ortalama/Mean</b>	<b>3835.51</b>	<b>3698.05</b>		<b>2661.63</b>	<b>2529.14</b>	
	Yıl/Year:2.462;			Yıl/Year: 4.06;		
	Uygulama/Application:57.250 **;			Uygulama/Application:77.18 **;		
	YılxUygulama/YearxApplication: 5.486			YılxUygulama/YearxApplication: 7.29		
	**; CV %: 8.55			**; CV % : 9.31		

\* %5 ve \*\* % 1 önemlidir. CV: Coefficient Variance. <sup>1</sup> Aynı sütunda ve aynı satırda farklı harfle verilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Şeker mısırında koçanların satışı kavuzlu bir şekilde yapıldığından kavuzlu koçan verimi, pazarlama ve tüketici açısından da pazarlanabilir kavuzsuz koçan verimi dikkate alınabilecek bir özelliktir. Şeker mısırı üzerinde yapılan çalışmalarda koçan veriminin çeşide, ekolojik koşullara, uygulanan kültürel işlemlere göre değişebildiği bildirilmiştir. Nitekim, De Grazia et al. (2003), şeker mısırında azotlu ( $N_0 = N_1 = 10 \text{ kg da}^{-1}$ ,  $N_2 = 20 \text{ kg da}^{-1}$ ) gübre uygulamalarının etkisinin önemli, fosforlu gübrelemenin önemli bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar kavuzlu ( $1834 \text{ kg da}^{-1}$  ve  $2209.2 \text{ kg da}^{-1}$ ) ve kavuzsuz ( $1331.3 \text{ kg da}^{-1}$  ve  $1575.0 \text{ kg da}^{-1}$ ) koçan veriminin  $10\text{-}20 \text{ kg da}^{-1}$  N uygulamaları arasında fark olmadığını ortaya koymuşlardır. Can ve Akman (2014) tarafından yapılan çalışmada, azot dozu artışına paralel olarak taze koçan verimi de artmıştır. En yüksek taze koçan verimi  $21 \text{ kg da}^{-1}$  N dozunda ( $1652.0 \text{ kg da}^{-1}$ ) belirlenmiş, ancak  $14 \text{ kg da}^{-1}$  N uygulamasından ( $1373.7 \text{ kg da}^{-1}$ ) elde edilen verim arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Ayrıca, en düşük pazarlanabilir taze koçan verimi ise, azot uygulanmayan parsellerde ( $702.0 \text{ kg da}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. Azot dozuna bağlı olarak koçan veriminin arttığı farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Turgut, 2000; Altıparmak, 2001).

Koçan veriminin çeşide (Öktem ve Öktem, 2006; Eser, 2014; Stansluos ve ark., 2020), ekim zamanına (Voicu ve ark., 2012; Dekhane ve Dumbre, 2017; Burcu ve Akgün, 2018; Kaymak ve Ürüşan, 2020), bitki sıklığına (Turgut, 2000; Burcu ve Akgün, 2018), yıllara (Sönmez ve ark., 2013) göre önemli farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Eser (2014) ve Öktem ve Öktem (2006), tarafından yapılan çalışmada en yüksek taze koçan verimi Vega F1 çeşidinde belirlenmiştir (sırasıyla  $1523.33 \text{ kg da}^{-1}$  ve  $1637 \text{ kg da}^{-1}$ ). Yapılan araştırma sonuçları incelendiğinde, aynı çeşitlerin farklı ekolojik koşullarında ve uygulamalarda verimi değişebilmektedir. Bu sonuçlar koçan veriminin çevre şartlarından etkilendiğini göstermektedir.

Araştırmada Vega F1 çeşidinde deniz yosunu ve gül posası uygulamaları bitki gelişmesine olumlu katkı sağlamıştır. Deniz yosununun gübre olarak kullanıldığında, bitki gelişmesi üzerine olumlu etkisinin olduğu, farklı bitki türlerinde belirlenmiştir (Hong ve ark., 1995; Hong et al., 2007; Nabila et al., 2007). Şeker mısırında en yüksek taze koçan veriminin  $10 \text{ kg N/ha}$  +Azotobacter uygulamasında elde edildiği bildirilmiştir (Akgün ve Siyah, 2015). Yine, mısırdaki N biyogübre uygulamalarının (Azotobacter, Nitroxin ve Supernitroplus) sap ağırlığı, yaprak ağırlığı, koçan ağırlığı ve biyomas verimi üzerine önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Farnia ve Ashjardi, 2015).

Gül posasının bitki gelişimini olumlu yönde etkilediğinden tarımsal amaçlı doğrudan veya zenginleştirilerek kullanılabilirliği bildirilmiştir (Erdal ve Aydemir, 2003). Yapılan araştırmalarda gül posasının besin içeriğinin kaliteli olduğu belirlenmiştir.

#### 4. Sonuç

Araştırmada deniz yosunu ve gül posası uygulamalarının Vega F1 çeşidinde incelenen özellikler üzerine etkisi olumlu olmuştur. Ancak en yüksek pazarlanabilir kavuzlu ve kavuzsuz koçan verimi  $20 \text{ kg da}^{-1}$  N uygulamasından elde edilmiştir. Organik materyal olarak deniz yosunu ve gül posası uygulandığında Vega F1 çeşidinden yüksek verim elde edebilmek için ilave azotun verilmesi gerektiği ortaya konulmuştur. Isparta ilinde yılda yaklaşık 30 bin tona yakın gül posası üretildiği düşünüldüğünde, bu organik atığın tarımsal üretime kazandırılması, toprakların organik madde içeriğine katkı sağlayabileceği gibi, kullanılan azotlu gübre dozunu da azaltabilecektir.

#### Kaynaklar

- Akgün, İ., Siyah, C., 2015. Effects of bio-fertilizer (*Azotobacter* spp., *Mycorrhiza* spp., *Bacillus* spp.) and different nitrogen levels on fresh ear yield and yield components of sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt.). In Proceedings of the 7th Congress on Plant Protection" Integrated Plant Protection-a Knowledge-Based Step Towards Sustainable Agriculture, Forestry and Landscape Architecture". November 24-28, Zlatibor, Serbia (pp. 195-199).
- Akgün, İ., Burcu, Y., Karaman, R., Kaya, M., 2017. Isparta koşullarında farklı ekim zamanı ve bitki sıklığının şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) taze koçan ağırlığı ve bazı tarımsal özelliklere etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26(1):23-30. doi: 10.19113/sdufbed.70486
- Aldrich, S.R., Scott, W.D., Leng, E.R., 1982. Modern Corn Production. A and L. Publications, Station A, Box F, Champaign, Illinois, 61820
- Alp, R., 2000. Şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) azot ve potasyumun verim ve verim unsurlarına etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 47 s, Tokat.
- Altıparmak, S., 2001. Şeker mısırdaki farklı azot dozlarının verim ve verim öğelerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 50 s, Ankara.
- Anonim, 2010. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı (Mısır). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü. [https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/S%](https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/S%20)

- C4%B1cak%20%C4%B0klim%20Tah%C4%B1llar%C4%B1/m%C4%B1s%C4%B1r.pdf (Erişim tarihi 03.03.2021).
- Arslan, Z.F., Williams, M.M., 2015. Türkiye ve Dünya Tatlı Mısır Üretiminde Sorunlar. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Dergisi, 224, 64-68.
- Baydar, H., Erbaş, S., Şanlı, A., Kara, N., 2020. Yağ gülünün damıtma atığı olan posanın element içeriği ve değerlendirme olanakları üzerine bir araştırma. Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi, 1(1): 1-4.
- Burcu, Y., Akgün, İ., 2018. Isparta koşullarında farklı ekim zamanı ve bitki sıklığının şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) taze koçan verimi ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2): 679-684. doi: 10.19113/sdufbed.70486
- Can, M., Akman, Z., 2014. Uşak ekolojik şartlarında farklı azot dozlarının şeker mısırın (*Zea mays saccharata* Sturt.) verim ve kalite özelliklerine etkisi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2): 93-101.
- De Grazia, J., Tittonell, P.A., Germinara, D., Chiesa, A., 2003. Phosphorus and nitrogen fertilisation in sweet corn (*Zea mays* L. var. *saccharata* Bailey). Spanish Journal of Agricultural Research, 1(2): 103-107.
- Dekhane, S.S., Dumbre, R.B., 2017. Influence of different sowing dates on plant growth and yield of hybrid sweet corns. Advance Research Journal of Crop Improvement, 8(2):191-194. doi: 10.15740 / has / arjci / 8.2 / 191-194
- Dickerson, W. G. (1996). Home and market sweet corn production. New Mexico State University. [http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/\\_h/h-223.html](http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/_h/h-223.html). (Erişim tarihi:20 Şubat 2021).
- Erdal, İ., Aydemir, O., 2003. Gül posasının doğrudan ve zenginleştirilmiş formunun tarımda kullanılabilme olanakları. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(1): 20–26.
- Eser, C., 2014. Orta Anadolu koşullarında seker mısır (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.) çeşitlerinin taze koçan ve tane verimleri ile önemli agronomik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 90 s, Konya.
- Eşiyok, D., Bozokalfa, M.K., Uğur, A., 2004. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen şeker mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) çeşitlerinin verim kalite ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1):1-9
- Eşiyok, D., Bozokalfa, M.K., 2005. Ekim ve dikim zamanlarının tatlı mısırdaki (*Zea mays* L. var. *saccharata*) verim ve koçanın bazı agronomik karakterleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(1): 35-46.
- FAO, 2020. The Food and Agriculture Organization. Food and Agriculture Data. <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim Tarihi: 1 Aralık 2020).
- Farnia, A., Ashjardi, V.K., 2015. Effect of nitrogen biofertilizers on yield and yield components of different maize (*Zea mays* L.) cultivars. International Journal of Life Sciences, 9(5): 117-121. doi: dx.doi.org/10.3126/ijls.v9i5.12711
- Giskin, J., Etran, Y., 1986. Planting date and foliar fertilization of corn grown for silage and grain under limited moisture. Argonomy Journal, 78: 475-476
- Hanna, H.Y., Story, R.N., 1992. Yield and super swet corn as affected by n application timing plant density, tiller removal and insecticides. Florida State Horticultural Society, 105: 343-344.
- Hong, Y.P., Chen, C.C., Cheng, H.L., Lin, C.H., 1995. Analysis of auxin and cytokinin activity of commercial aqueous seaweed extract. Gartenbauwissenschaft (Germany).
- Hong, S.D., Schepers, J.S., Francis, D.D., Schlemmer, M.R., 2007. Comparison of ground- based remote sensors for evaluation of corn biomass affected by nitrogen stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38(15-16): 2209-2226. doi: 10.1080/00103620701549157
- İdikut, L., Kara S.N., 2013. Tane ürünü için yetiştirilen ikinci ürün mısır çeşitlerinin bazı verim öğeleri ile tane nişasta oranlarının belirlenmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 16(1): 8-15.
- Kaymak, H.Ç., Ürüşan, A.H., 2020. Performance of some sweet corn (*Zea mays* L. var. *saccharata*) cultivars in high altitude conditions. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51(3): 288-296. doi: 10.17097/ataunizfd.704808
- Keerthi, P., Prabhakara Reddy, G., Sunitha, N., 2017. Effect of Sowing Time on Growth and Yield of Sweet Corn Cultivars. Current Microbiology and Applied Sciences, 6(4): 777-782.
- Nabila, M., Zaki, M.S., Karima, M. EL-Din, G., 2007. Growth and yield of some wheat cultivars irrigated with saline water in newly cultivated land as affected by biofertilization. Journal of Applied Science Research, 3:1121-1126.
- Öktem, A., Öktem, A.G., 2006. Bazı şeker mısır (*Zea mays saccharata* Sturt) genotiplerinin Harran Ovası koşullarında verim karakteristiklerinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1): 33-46.
- Özata, E., Geçit, H.H., İkincikarakaya S.Ü., 2016. Orta Karadeniz ekolojik koşullarında şeker mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) değişik ekim sıklıkları ve azot dozlarının verim öğelerine etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(1): 74- 80. doi: 10.21566/tarbitderg.280206
- Park, K.Y., Kang, Y.K., Park, S.U., Moon, H.G., 1989. Effect of planting density and tiller removal on growth and yield of sweet corn hybrids. Korean Journal Of Crop Science, 34(2):192-197.

- Saleh, G.B., Alawi, S.A.S., Panjaitan, K., 2002. Performance, correlation and heritability studies on selected sweet corn synthetic populations. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5(3): 251-254.
- Sevov, A., 2017. Quality parameters of sweet corn grain. *Agricultural Sciences/Agrarni Nauki*, 9(21): 65-70. doi: 10.22620/agrisci.2017.21.010
- Sharma, T.R. Adamu, I.M., 1984. The effect of plant population on the yield and yield attributing characters in maize (*Zea mays* L.). *Zeitschrift für Acker-und Pflanzenbau*, 153(4): 315-318.
- Sönmez, K., Alan, Ö., Kınacı, E., Kınacı, G., Kutlu, İ., Başçıftçi, Z.B., Evrenosoğlu, Y., 2013. Bazı şeker mısır çeşitlerinin (*Zea mays saccharata* Sturt) bitki, koçan ve verim özellikleri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1): 28-40.
- Stanslous, A.A.L., Öztürk, A., Kodaz, S., 2020. Agronomic performance of different sweet corn varieties in the highest plain of turkey: quality characteristics. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3): 249-257. doi: 10.17097/ataunizfd.680520
- Thakur, A.K., Thakur, D.S., Patel, R.K., Pradhan, A., Kumar, P., 2015. Effect of different plant geometry and nitrogen levels, inrelation to growth characters, yield and economics on sweet corn (*Zea mays sachharata* L.) at bastar plateau zone. *The Bioscan*, 10(3): 1223-1226.
- Tosun, İ., Günay, A., Gönüllü, M.T., 2003. Gül posasından biyogaz üretimi ve çevresel önemi. *Katı Atık ve Çevre*, 52: 1-18.
- Tuncay, Ö., Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D., 2005. Ana ürün ve ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı tatlı mısır çeşitlerinde koçanın agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1): 47-58.
- Turgut, İ., 2000. Bursa koşullarında yetiştirilen şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) bitki sıklığının ve azot dozlarının taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(3): 341- 347.
- Turgut, İ., Balcı, A., 2002. Bursa koşullarında değişik ekim zamanlarının şeker mısırı (*Zea mays* L. var. *saccharata* Sturt.) çeşitlerinin taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2):79-91
- USDA, 1992. United States Standards for Grades of Sweet Corn. Available at <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/sweet-corn-grades-and-standards> (Erişim tarihi: 15 Şubat 2021)
- Voicu, A. M., Ciofu, R., Ivaşcu, A., Enescu, T. D., 2012. Influence Of Sowing Time And Growing Area Of Productive Potential Of Sweet Corn Hybrids. *Academy Of Romanian Scientists*, 1(1): 122-130.
- Walter- Shea, E. A., Norman, J. M., Blad, B. L., Robinson, B. F., 1991. Leaf reflectance and transmittance in soybean and corn. *Agronomy Journal*, 83(3): 631-636.
- Welbaum, G.E., 2015. Family Poaceae. *Vegetable production and practices*, 248-266.



## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.907976

# Turhal koşullarında arazi kullanımı ve bazı mekaniksel toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

Nutullah Özdemir<sup>a</sup>, Elif Bülbül<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/elifb6565@gmail.com

Geliş/Received 01/04/2021

Kabul/Accepted 20/05/2021

### ÖZET

Bu çalışmada Tokat ili Turhal ilçesi koşullarında arazi kullanım şekline bağlı olarak bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile mekaniksel davranışlar arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmada, buğday, ayçiçeği, sebze, meyve bahçesi, şeker pancarı, yonca, çayır ve mera bitkilerinin yetiştirildiği alanlardan alınan yüzey (0-20 cm) toprak örnekleri kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, araştırma alanında fazla plastik inorganik killerin, fazla sıkışabilir inorganik siltlerin, orta sıkışabilir inorganik siltlerin, orta plastiklikte inorganik killerin ve düşük plastiklikte inorganik killerin bulunduğu görülmüştür. Toprağın kıvam limitleri ve mekaniksel kuvvetlere karşı duyarlılığı üzerinde temel toprak özellikleri (tekstürel fraksiyonlar ve yapıları, organik madde, değişebilir kanyonlar...) ile arazi kullanım şekline ilişkin uygulamaların etkili oldukları belirlenmiştir. Fazla plastik inorganik killerin bulunduğu buğday üretim alanlarında toprak işlemede dikkatli olunmasının gerekli olduğu saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler:  
Arazi kullanım şekli  
Toprak özellikleri  
Kıvam limitleri  
Mekaniksel davranışlar

### Relationship between land use and some mechanical soil properties in Turhal region

### ABSTRACT

This paper investigates the impact of land use on soil mechanics along with physical and chemical properties of soil in the Turhal district of Tokat province, Turkey. The study is based on surface soil samples (0-20 cm) from wheat, sunflower, vegetable, sugar beet, alfalfa fields as well as orchards, meadows and pastures. Our analysis found inorganic clays of high, medium and low plasticity in addition to inorganic silts of high and medium compressibility in the samples. The results provide insights into how land use, fundamental soil properties (textural fractions, structure, organic matter, exchangeable cations) affect consistency limits and sensitivity to mechanical forces. It has been determined that it is necessary to be careful in soil cultivation in wheat production areas with excess plastic inorganic clays.

Keywords:  
Land use  
Soil properties  
Consistency limits  
Mechanical behaviors



## 1. Giriş

Tarım amaçlı çalışmalarda genellikle toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri kantitatif olarak değerlendirilirken mekaniksel toprak özellikleri üzerinde çok fazla durulmamaktadır (Demiralay ve Güresinli, 1979; Deneş ve ark., 2004). Günümüz koşullarında artan oranda toprakların mekaniksel davranışlarının değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmakta ve bu amaçla kıvam limitleri üzerinde durulmaktadır. Kıvam limitleri esas olarak ince taneli toprakların değişik su içeriklerine bağlı olarak gösterdikleri mukavemetin bir göstergesi olup toprağın doğal su içeriğinin kıvam limitleri ile karşılaştırılması zemin davranışları ve toprağının değişik amaçlarla kullanımına ilişkin verilerin yorumlanmasına imkân sağlamaktadır (Barnes, 2016). Yeni yerleşime açılacak alanlarda şişme büzülme potansiyelinin tespitinde (Thomas ve ark., 2000), değişik nem düzeylerinde işlenen toprakların tarım alet ve makinelerine karşı gösterdikleri direncin belirlenmesinde (Dexter ve Bird, 2001, Mueller ve ark., 2003, Gülser ve Candemir, 2006), kohezif toprakların sınıflandırılmasında (McBride, 2008; Seybold ve ark., 2008) ve toprak strüktürüne (Nikiforoff, 1938; Raws ve Pachepsky, 2002; Özdemir, 2013) ilişkin değerlendirmelerde kıvam limitlerinden yararlanılmaktadır.

Toprakta hâkim kil minerali çeşidi, kil içeriği, değişebilir katyonların cinsi ve organik madde miktarı gibi karakteristik özellikleri kıvam limitleri ve mekaniksel davranışlar üzerinde etkili bileşenlerdir (Odell ve ark., 1960). Farklı araştırmacılar farklı topraklar üzerinde yaptıkları araştırmalarda (Sönmez, 1981; Gülser ve Candemir, 2006; Seybold ve ark., 2008; Dexter ve Bird., 2001; Keller ve Dexter, 2012 ) söz konusu bileşenler ile kıvam limitleri arasında farklı düzeylerde istatistiksel ilişkiler saptamışlardır.

Güney Çin'deki granitik bir bölgede toprak profil şekillenmesi, oyuntu erozyonu ile kıvam limitleri arasındaki ilişkileri araştıran Deng ve ark., (2017) profil şekillenmesinin fizikokimyasal toprak özelliklerini ve kıvam limitlerini etkilediğini, yüzey tabakasının yüzey altı katmanlara göre daha yüksek kıvam limitlerine, organik madde içeriğine, katyon değişim kapasitesine sahip olduğunu, söz konusu farklılığın oyuntuların genişlemesi ve geriye doğru gelişimini teşvik ettiğini belirtmişlerdir.

Arazi kullanımındaki değişim ve yönetim uygulamalarının toprakların mekaniksel ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen araştırmalarda toprak hidrolik özellikleri (Green ve ark., 2003; Schwartz ve ark., 2003), agregat stabilitesi, (Sindelar ve ark., 2019; Blanco Canqui, ve Ruis, 2020), toprak sıkışması (Şeker ve Işıldar, 2000; Havaee ve ark.,2014), erozyona duyarlılık (Centeri ve ark., 2009; Chen ve ark., 2019) gibi parametreler üzerinde durulmuştur. Arazi kullanımının çeşitli toprak mekaniksel özellikleri üzerindeki etkilerine ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmış olmakla birlikte arazi kullanımı ve kullanımdaki değişimin kıvam limitleri üzerindeki etkileri hakkında çok az şey bilinmektedir (Zolfaghari ve ark., 2015). Bu araştırmada Turhal yöresinde sekiz farklı arazi kullanımı şekli (buğday, ayçiçeği, sebze, meyve bahçesi, şeker pancarı, yonca, çayır, mera) altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan yüzey toprak örneklerinde arazi kullanım şekline bağlı olarak bazı fiziksel ve kimyasal özellikler ile mekaniksel davranışlar arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Tokat ili Turhal ilçesinde 8 farklı tarımsal uygulamanın yapıldığı 24 arazi parselinden ve yüzeyden (0-20 cm) alınan toprak örnekleri kullanılarak yürütülmüştür. Örnekleme noktalarının seçiminde arazilerin kullanım şekilleri dikkate alınmıştır (Çizelge 1).

Toprakların dane büyüklük dağılımı, Bouyoucos hidrometre yöntemi (Demiralay, 1993); organik madde içeriği (OM), modifiye Walkley-Black yöntemi (Kacar, 1994); kireç (CaCO<sub>3</sub>) içeriği, Scheibler kalsimetre yöntemi (Kacar, 1994); değişebilir sodyum, amonyum asetat ekstraksiyonu metodu (Sağlam, 1997); katyon değişim kapasitesi (KDK), Bower metodu (U.S. Salinity Lab. Staff.,1954); tarla kapasitesi (TK) ve devamlı solma noktası (SN), basınçlı tabla aleti kullanılarak (Black, 1965); pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, saturasyon çamurunda pH metre (Bayraklı, 1987) ve EC metreyle (Kacar, 1994); likit limit, Casagrande aleti kullanılarak (Sowers, 1965); plastik limit, toprak macunu 3mm'lik iplikçikler haline getirilirken dağılmaya başladığı anda sahip olduğu nem miktarından (Sowers, 1965), Plastiklik indeksi, likit ve plastik limit değerleri arasındaki sayısal farklılıktan (Sowers, 1965), Boekel oranı I ve Boekel oranı II sırasıyla likit limit nem içeriğinin ve plastik limit nem içeriğinin pF 2'deki neme oranlanmasıyla (Özdemir, 2013); yüzde büzülme, hazırlanan toprak macununun hacminde meydana gelen değişimden (Ferry ve Olsen, 1975); COLE-çubuk, toprak macunundan hazırlanan çubukların boyutunda oluşan değişimden (Schafer ve Singer, 1975) yararlanılarak hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Toprak Özellikleri

Sekiz farklı arazi kullanım şekli altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan yüzey toprak örneklerinde belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2’de verilmiştir. Bu çizelgenin incelenmesinden de görüleceği üzere topraklar kaba ile ince arasında değişen bir tekstür aralığında yer almakta olup kum içerikleri %20,2 ile %65,5, silt içerikleri %19.3 ile %45.1, kil içerikleri ise %3.4 ile %41.1 arasında değişmektedir.

Çizelge 1. Araştırma alanında örnekleme noktaları.  
Table 1. Sampling points in the research area.

Örn. No	Enlem(°K)	Boylam(°D)	Yük. (m.)	Arz. kull. şek
1	44°71.381	24°8.689	547	Buğday tarlası
2	44°71.399	24°8.693	546	Buğday tarlası
3	44°71.315	24°8.646	548	Buğday tarlası
4	44°70.293	24°7.608	559	Mera alanı
5	44°69.479	24°6.860	567	Mera alanı
6	44°69.638	24°7.101	561	Mera alanı
7	44°72.052	24°9.493	543	Meyve bahçesi
8	44°72.037	24°9.496	546	Meyve bahçesi
9	44°69.102	24°6.495	578	Meyve bahçesi
10	44°72.008	24°9.632	557	Ayçiçek
11	44°74.786	24°9.345	579	Ayçiçek
12	44°72.063	24°9.628	553	Ayçiçek
13	44°72.429	24°9.431	546	Yonca
14	44°74.749	24°8.882	589	Yonca
15	44°69.471	24°6.869	566	Yonca
16	44°74.731	24°8.637	582	Sebze
17	44°74.749	24°8.734	586	Sebze
18	44°74.932	24°8.377	583	Sebze
19	44°69.582	24°7.118	565	Şeker pancarı
20	44°69.383	24°6.899	569	Şeker pancarı
21	44°69.134	24°6.534	599	Şeker pancarı
22	44°61.911	24°6.376	582	Çayır
23	44°67.722	24°6.141	575	Çayır
24	44°67.718	24°6.065	511	Çayır

Toprakların pH değerleri (1:2.5 toprak-su) 7.89 ile 8.06 arasında değişmekte olup ortalama değer 7.93’tür. Topraklar geneli ile orta derecede alkalın bir reaksiyona sahiptirler. Toprakların kireç içerikleri %8,95 ile %39,58 arasında değişmekte olup ortalama kireç içerikleri %19.09’dur. Toprakların geneli ile kireç yönünden çok kireçli bir yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir (Soil Science Division Staff, 2017). Toprakların organik madde içerikleri %0.57 ile %3,46 arasında değişmekte olup ortalama değer %2.22’dir. Topraklar aşırı derecede düşük ve yüksek arasında değişen düzeyde organik madde içeriğine sahiptirler (Hazelton ve Murphy, 2007). Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri 0.178 dS.m<sup>-1</sup> ile 0.780 dS.m<sup>-1</sup> arasından değişmekte olup ortalama elektriksel iletkenlik değeri 0.445 dS.m<sup>-1</sup>’dir. Toprakların EC değerleri 2 dS/m’nin altında olup topraklar tuzsuz olarak değerlendirilebilir (Hazelton ve Murphy, 2007).

#### 3.2 Kıvam limitleri

Sekiz farklı arazi kullanımını altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan yüzey toprak örneklerinde belirlenen ortalama likit limit (LL), plastik limit (PL) ve plastiklik indeksi (PI) değerleri ile arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 1’de, bu değerler ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 3’de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de görüleceği üzere en yüksek LL değerleri buğday (%56,91) üretim alanlarına ilişkin örneklerde, en yüksek PL değerleri ise çayır (%31,36) olarak kullanılan alanlara ilişkin örneklerde belirlenirken en düşük LL (%27,43) ve PL değerleri sebze (%15,43) üretiminin yapıldığı parsellere ait örneklerde belirlenmiştir (Şekil 1). Kıvam limitleri toprakların kil içeriğine, kil tipine, organik madde kapsamına ve değişebilir katyonların cinsine bağlı olarak değişim göstermekte olup genellikle organik madde ve kil içeriğinin artmasıyla LL ve PL limit

değerlerinin de arttığı ifade edilmektedir (Smith ve ark., 1985; Demiralay ve Güresinli, 1979; Baumgarti, 2002; Gülser ve Candemir, 2006). Kıvam limitlerinin büyüklüğü ortamdaki kil minerali çeşidi hakkında önemli ipuçları vermekte olup 50'nin üzerindeki bir likit limit değeri montmorillonitin varlığını, 50'nin altındaki değerler ise kaolinit tipi killerin ortamda yaygın olduğunu ifade etmektedir (Munsuz 1985, Kokieva ve ark., 2020). Zeminlerde yer alan kil ve siltlerin kuru sağlamlık, sıkışabilirlik, çalkalama testine reaksiyon, plastik limitin yakınında kıvam gibi birçok davranışının kıvam limitleri ile ilişkili olduğu ilkesine dayanan plastiklik diyagramı (Şekil 2) zemin davranışlarının yorumlanmasında önemli yararlar sağlayabilir (Powrie, 2018).

Çizelge 2. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

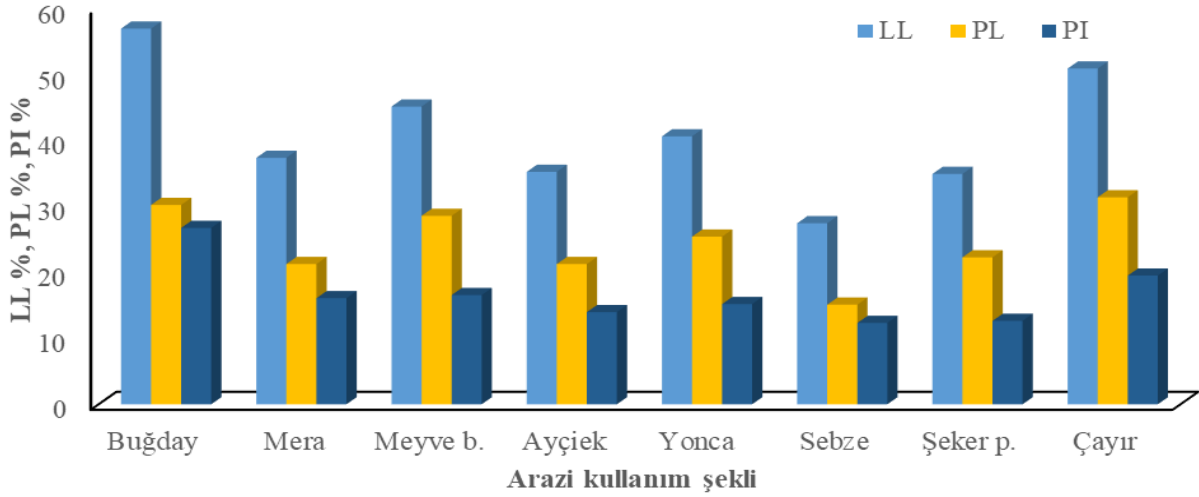
Table 2. Some physical and chemical properties of the research area soils.

Toprak özellikleri		Kum,	Silt,	Kil,	pH	EC,	Kireç,	OM,	DNa,	KDK,
Arazi kullanım şekli		%	%	%	(1:2.5)	dS m <sup>-1</sup>	%	%	%	me/100g
Buğday	Min.	20.2	36.4	37.5	7.90	0.313	12.30	2.00	4.58	23.5
	Max	25.6	39.6	40.2	7.90	0.504	15.50	3.00	11.2	29.1
	Ort.	23.6	37.7	38.5	7.91	0.409	14.10	2.60	8.17	27.0
Mera	Min.	28.0	19.3	7.5	7.89	0.178	11.70	0.63	4.24	15.6
	Max	65.5	38.9	33.3	7.90	0.54	21.50	1.40	6.48	24.1
	Ort.	47.1	28.8	24.0	7.89	0.341	17.50	1.00	5.40	19.4
Meyve bahçesi	Min.	27.5	33.6	28.3	7.90	0.34	16.20	1.40	2.24	20.1
	Max	33.7	38.2	37.1	7.91	0.677	23.40	3.20	6.57	33.4
	Ort.	30.2	36.2	33.5	7.91	0.507	19.10	2.50	4.85	25.8
Ayçiçek	Min.	44.2	29.8	5.5	7.99	0.282	11.20	2.30	1.68	30.1
	Max	55.4	39.3	24.4	8.01	0.780	24.60	3.46	2.71	38.3
	Ort.	48.7	31.3	17.4	8.00	0.468	18.60	3.00	2.07	35.2
Yonca	Min.	23.7	42.2	7.4	7.89	0.474	15.30	2.60	1.33	33.0
	Max	47.9	45.1	31.1	8.04	0.596	23.00	3.10	2.31	49.3
	Ort.	33.4	44.0	22.5	7.98	0.540	20.00	2.90	1.74	39.5
Sebze	Min.	45.1	34.7	3.4	7.89	0.332	8.95	1.70	1.41	32.3
	Max	61.6	42.8	13.7	8.06	0.459	12.70	2.80	1.73	42.2
	Ort.	54.5	39.2	6.2	7.95	0.388	11.10	2.20	1.59	37.1
Şeker pancarı	Min.	32.8	33.3	11.5	7.89	0.285	16.80	0.57	1.14	40.2
	Max	52.7	40.7	26.6	7.91	0.363	29.90	1.70	2.62	50.7
	Ort.	44.7	37.8	17.3	7.89	0.313	22.20	1.10	1.98	45.3
Mera	Min.	32.8	25.4	30.4	7.89	0.432	23.20	1.80	1.13	43.4
	Max	35.6	34.1	41.1	7.89	0.636	39.58	2.80	3.91	51.2
	Ort.	33.3	30.6	35.4	7.89	0.518	29.70	2.20	2.33	46.7

\*: EC; elektriksel iletkenlik, OM; organik madde, DNa; değişebilir sodyum, KDK; kation değişim kapasitesi.

Araştırma alanı toprakları bu doğrultusunda değerlendirildiğinde buğday üretiminin yapıldığı alanlarda fazla plastik montmorillonit grubu inorganik killerin, çayırılık olarak kullanılan alanlarda fazla sıkışabilir inorganik siltlerin, meyve bahçesi olarak kullanılan alanlarda orta sıkışabilir inorganik siltlerin mevcut olduğu ifade edilebilir. Yonca, mera, şeker pancarı, ayçiçeği üretim alanı topraklarının orta plastiklikte inorganik kil ve sebze üretim alanı topraklarının ise düşük plastiklikte inorganik kil ağırlıklı bir yapıya sahip olduğu görülmüştür (Şekil 1, Şekil 2). Diğer taraftan toprakların LL değeri ortalamalarına göre büyükten küçüğe doğru Buğday>Çayır>Meyve bahçesi>Yonca> Mera> Ayçiçek> Şeker pancarı>Sebze şeklinde, PL değerlerine göre ise Çayır> Buğday>Meyve bahçesi>Yonca> Şeker pancarı> Mera> Ayçiçek> Sebze şeklinde sıralandıkları belirlenmiştir. PI değerleri ise LL ve PL değerlerine paralellik göstermiştir. Bu bulgular doğrultusunda kıvam limitlerinin arazi kullanım şekline ve temel toprak özelliklerinden etkilendiğini göstermektedir. Demir ve ark., (2012) Uğrak Havzasında arazi kullanımına bağlı olarak toprakların kıvam limitleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada kıvam limitlerinin kil, organik madde ve kireç içeriği ile ilişkili olduğunu, yüksek likit limit ve plastik limit değerlerine

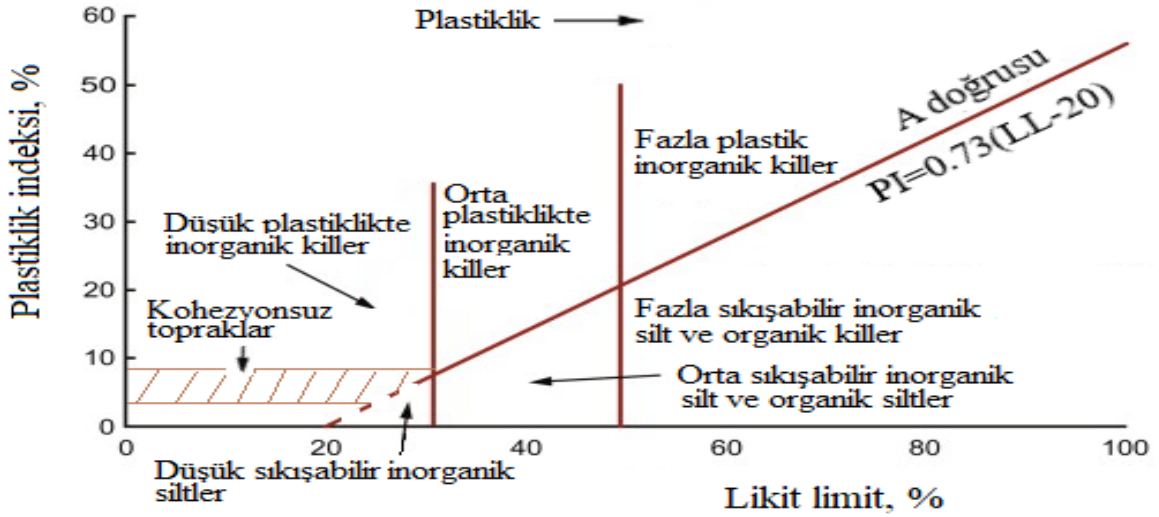
tarım arazilerinden alınan örneklerde rastlanıldığını belirtmişlerdir. Hemmat, ve ark., (2010) münavebe sistemlerinde organik ve inorganik gübre uygulamalarının kıvam limitleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışma sonucunda büzülme sınırı ve plastik limit değerlerinin kontrolle karşılaştırıldığında inorganik gübre uygulamasıyla önemli ölçüde arttığını vurgulamışlardır.



Şekil 1. Arazi kullanım şekli ile kıvam limitleri arasındaki ilişkiler.

Figure 1. Relationships between land use shape and consistency limits.

Toprakların LL değeri ile kum içeriği (-0.792\*\*) değerleri arasında önemli negatif, kil (0.842\*\*), organik madde (0.554\*\*), değişebilir potasyum (0.412\*\*), tarla kapasitesi (0.777\*\*), solma noktası (0.810\*\*), değişebilir sodyum (0.621\*\*) içeriği değerleri arasında ise önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Diğer taraftan toprakların LL değeri ile yüzde büzülme (0.822\*\*) ve COLE-çubuk değerleri arasında (0.740\*\*) önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Toprakların kum içeriği (-0.576\*\*) ile PL değerleri arasında önemli negatif, kil içeriği (0.644\*\*), organik madde içeriği (0.442\*\*), kireç (0.387\*\*), elektriksel iletkenlik (0.348\*\*), değişebilir potasyum içeriği (0.378\*\*), tarla kapasitesi (0.625\*\*), solma noktası (0.689\*\*), değişebilir sodyum içeriği (0.376\*\*) değerleri arasında ise önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Toprakların PL değeri ile yüzde büzülme (0.633\*\*) ve COLE-çubuk değerleri (0.537\*\*) önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 3). Gülser ve ark., (2010), Aşağı Aksu ve Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında yürüttükleri araştırmalarda burada elde edilen bulguları destekleyici sonuçlar tespit etmişlerdir.



Şekil 2. Toprakların likit limit ve plastiklik indeksi değerlerine göre sınıflandırılması (Powrie, 2018).  
Figure 2. Classification of soils according to their liquid limit and plasticity index values (Powrie, 2018).

Atterberg limitleri tarımsal açıdan irdelendiğinde, PI küçükse balçıklaşmaya yol açmadan toprak işleme mümkün olmakta, PI büyük ise önemli derecede balçıklaşma tehlikesi bulunmaktadır (Demiralay ve Güresinli, 1979; Mueller ve ark., 2003; Gülser ve Candemir 2006). Turhal koşullarında ve farklı kullanımlar altında bulunan topraklar bu doğrultuda PI değerlerine göre Buğday> Çayır> Meyve bahçesi> Mera> Yonca> Ayçiçek> Şeker pancarı> Sebze şeklinde sıralanmışlardır. Bu değerler dikkate alındığında yüksek PI değerlerine sahip montmorillonit grubu killerin yaygın olduğu ve hububat üretiminin yapıldığı parsellerde toprak işleme esnasında balçıklaşma tehlikesinin diğer alanlara göre daha fazla olduğu ve bu hususa dikkat edilmesinin gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 3. Bazı toprak özellikleri arasındaki istatistiksel ilişkiler  
Table 3. Statistical relationship between some soil properties

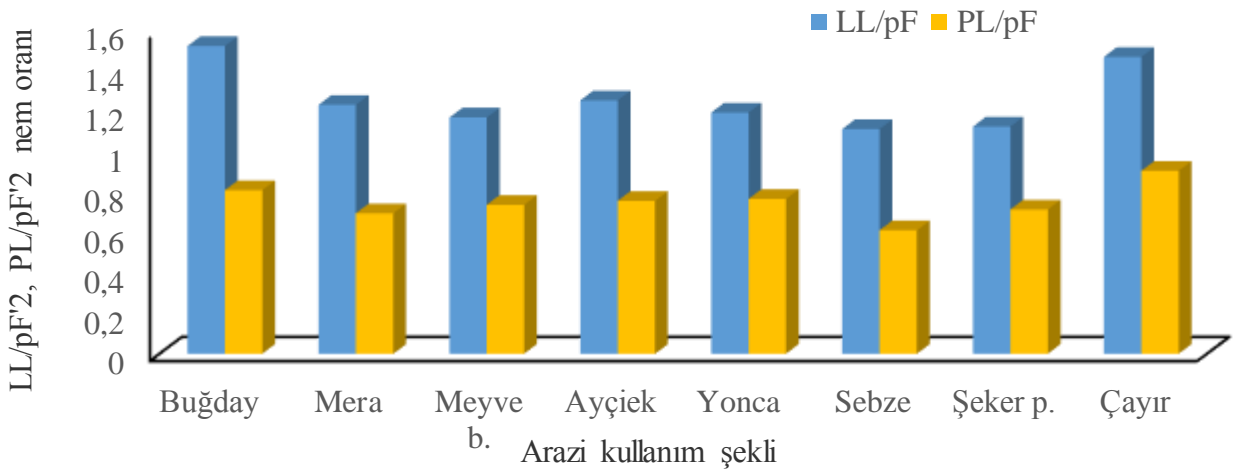
Özl.	S	Si	C	OM	KRC	EC	K	KDK	TK	SN	LL	PL	PI	COLE	YB	LL/pF <sub>2</sub>	PL/pF <sub>2</sub>	DNA
S	1																	
Si	-,253	1																
C	-,892**	-,212	1															
OM	-,607**	,036	,597**	1														
KRC	-,185	-,379**	,364*	,283	1													
EC	-,337*	,361*	,172	,365*	,010	1												
K	-,462**	-,014	,473**	,451**	-,059	,441**	1											
KDK	-,055	,216	-,045	,247	,494**	,113	-,228	1										
TK	-,891**	,021	,891**	,589**	,182	,309	,605**	-,038	1									
SN	-,807**	-,138	,880**	,538**	,199	,377**	,635**	-,158	,881**	1								
LL	-,792**	-,089	,842**	,554**	,185	,296*	,412**	-,144	,777**	,810**	1							
PL	-,576**	-,134	,644**	,442**	,387**	,348*	,378**	-,068	,625**	,689**	,778**	1						
PI	-,732**	-,031	,753**	,482**	-,016	,174	,322*	-,160	,673**	,673**	,885**	,396**	1					
COLE	-,703**	-,280	,841**	,446**	,173	,072	,537**	-,206	,771**	,801**	,740**	,537**	,683**	1				
YB	-,871**	-,068	,911**	,526**	,193	,096	,453**	-,166	,888**	,867**	,822**	,633**	,732**	,845**	1			
LL/pF <sub>2</sub>	-,507**	-,306*	,655**	,637**	,402**	,139	,246	,159	,584**	,527**	,651**	,398**	,656**	,538**	,558**	1		
PL/pF <sub>2</sub>	-,409**	-,167	,491**	,595**	,539**	,228	,331*	,222	,502**	,459**	,469**	,515**	,303*	,354*	,421**	,775**	1	
DNa	-,449**	-,119	,509**	,169	-,284	,062	,337*	-,680**	,490**	,540**	,621**	,376**	,629**	,581**	,622**	,327*	,079	1

\*:S kum,%; Si silt, %; C kil, %; OM organik madde, %; Krc Kireç, %; EC elektriksel iletkenlik, dS m<sup>-1</sup>; KDK katyon değişim

kapasitesi,  $\text{me}100\text{g}^{-1}$ ; TK, tarla kapasitesi, %; SN solma noktası, %; LL likit limit, %; PL plastik limit, %; PI plastiklik indeksi, %, COLE doğrusal uzama katsayısı, %; YB yüzde büzülme, %; LL/pF<sup>2</sup> likit limitin pF 2'deki neme oranı, PL/pF<sup>2</sup> plastik limitin pF 2'deki neme oranı, DNa değişebilir sodyum,  $\text{me}100\text{g}^{-1}$ , \*\*, % 1 düzeyinde önemli; \*, %1 düzeyinde önemli.

### 3.3. Boekel oranı (LL/pF<sup>2</sup> ve PL/pF<sup>2</sup> nem oranı) değerleri

Turhal yöresinde sekiz farklı arazi kullanımı altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan yüzey toprak örneklerinde belirlenen LL/pF<sup>2</sup> ve Plastik limit/ pF<sup>2</sup> nem oranı ortalamaları ile arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 3'de, bu oran değerleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 3'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, LL/pF<sup>2</sup> nem oranı değerleri 1.11 ile 1.52 arasında değişmekte olup en yüksek değerler buğday üretim alanlarında, en düşük değerler ise sebze üretiminin yapıldığı alanlarında belirlenirken, PL/pF<sup>2</sup> nem oranı değerleri 0.61 ile 0,90 arasında değişmekte olup en yüksek değerler çayır üretimi alanı olarak kullanılan parsellerde en düşük değerler ise sebze üretim alanlarında tespit edilmiştir. Nem yüzdesi ıskalasını üzerinde üst ve alt plastik limitlerin pF<sup>2</sup> noktasına göre konumları toprakların struktürlerini değerlendirmede iyi bir gösterge olabilir. Üst plastik limitin/pF<sup>2</sup>'deki neme yüzdesine oranı değerleri toprakların suda dağılıma olasılığını, alt plastik limitin pF<sup>2</sup>'deki nem oranı değerleri ise kil agregatlarının mekaniksel kuvvetlere karşı direncini ortaya koymada iyi bir ölçüt olarak kullanılabilir (De Leenheert ve ark., 1967). Üst plastik limitin pF<sup>2</sup>'deki nem oranı "1" den küçük ise toprakta önemli bir dağılıma, alt plastik limitin pF<sup>2</sup>'deki nem oranı "1" den büyük ise fazla bir direnç, küçük ise (0.6 ve 0.7) düşük bir direnç beklenebilir (De Boodt ve ark., 1967; Karagöktaş ve Yakupoğlu, 2014).



Şekil 3. Arazi kullanım şekline bağlı olarak LL/pF<sup>2</sup> ve PL/pF<sup>2</sup> nem oranı değerleri

Figure 3. LL / pF<sup>2</sup> and PL / pF<sup>2</sup> moisture ratio values depending on the land use shape

Bu sınır değerler dikkate alındığında araştırma konusu topraklarda üst plastik limitin pF<sup>2</sup>'deki neme oranı değerleri tüm topraklarda "1" den büyük olarak saptanmış olup topraklar dispersiyona karşı dirençli olarak değerlendirilebilir. Öte yandan alt plastik limitin pF<sup>2</sup>'deki neme oranı değerleri dikkate alındığında sebze üretiminin yapıldığı alanlar dışında kalan toprakların 0.70 in üzerinde bir oran değerine sahip oldukları için mekaniksel kuvvetlere karşı dirençli oldukları söylenebilir.

Topraklar LL/pF<sup>2</sup> 'deki nem oranı ortalamaları dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıralandıklarında Buğday> Çayır> Ayçiçek> Mera> Yonca> Meyve bahçesi> Şeker pancarı> Sebze üretim alanı olarak sıralandıkları (Şekil 2) tespit edilmiştir. Toprakların aynı doğrultuda PL/pF<sup>2</sup> oranı açısından ise Çayır>Buğday>Yonca>Ayçiçek>Meyve bahçesi> Şeker pancarı>Mera>Sebze üretim alanı şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 3). Bu bulgular toprakların dispersiyona ve mekaniksel kuvvetlere karşı dirençlerinin temel toprak özelliklerinden ve arazi kullanım şeklinden etkilendiğini, kil ve organik madde içeriği gibi bileşenlerin

miktarları arttıkça ve toprak işleme yoğunluğu azaldıkça yapısal stabilitenin arttığını belirlenmiştir. Karagöktaş ve Yakupoğlu (2014) Kahramanmaraş yöresi toprakları üzerinde yapmış oldukları çalışmada, toprakların strüktürel dayanıklılıklarını söz konusu oranları kullanarak değerlendirmişlerdir. Dulkadiroğlu (2017) Engiz koşullarında arazi konumu, kullanım şekli ve temel toprak özellikleri ile Boekel oranı değerleri arasındaki ilişkileri incelediği araştırmasında, söz konusu oran değerlerinin arazi konumu, kullanım şekli ve toprak özelliklerinden etkilendiğini, düze yakın konumlarda, orman ve mera örtüsü altında bulunan toprakların eğimli pozisyonlarda yer alan ve tarım arazisi olarak kullanılan topraklara göre dispersiyona ve mekaniksel kuvvetlere karşı daha dirençli olduklarını tespit etmişlerdir

Toprakların LL/pF<sup>2</sup> nem oranı değerleri ile kum içeriği (-0.57\*\*) ve silt içeriği (-0.306\*) değerleri arasında önemli negatif, kil (0.655\*\*), organik madde (0.637\*\*), tarla kapasitesi (0.584\*\*), solma noktası (0.527\*\*), değişebilir sodyum (0.327\*) içeriği değerleri arasında ise önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Diğer taraftan toprakların LL/pF<sup>2</sup> değeri ile yüzde büzülme (0.558\*\*) ve COLE-çubuk değerleri arasında (0.538\*\*) önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Toprakların PL/pF<sup>2</sup> nem oranı değerleri ile kum içeriği (-0.409\*\*) değerleri arasında önemli negatif, kil (0.491\*\*), organik madde (0.595\*\*), kireç içeriği (0.539\*\*), değişebilir K içeriği (0.331\*), tarla kapasitesi (0.502\*\*), solma noktası (0.459\*\*) değerleri arasında ise önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Diğer taraftan toprakların PL/pF<sup>2</sup> değeri ile yüzde büzülme (0.421\*\*) ve COLE-çubuk değerleri arasında (0.354\*) önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir.

#### 4. Sonuç

Tokat ili Turhal ilçesi koşullarında arazi kullanım şekline (buğday, mera, meyve bahçesi, ayçiçek, yonca, sebze, şeker pancarı, çayır) bağlı olarak bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile mekaniksel davranışlar arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmada, kıvam limitleri ile likit limit/pF<sup>2</sup> ve plastik limit/pF<sup>2</sup> nem oranı değerleri esas alınmıştır. Toprakların mekaniksel özellikleri ile temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinden kil, silt, kum, organik madde içeriği, kireç, katyon değişim kapasitesi, pH, EC, yüzde büzülme ve COLE çubuk, tarla kapasitesi, solma noktası, değişebilir Na ve K içeriği gibi temel parametreler arasında önemli istatistiksel ilişkiler saptanmıştır.

Arazi kullanım şekli ve mekaniksel davranışlar arasındaki karşılıklı ilişkiler irdelendiğinde söz konusu davranışların temel toprak özelliklerinden ve arazi kullanımı şeklinden etkilendiği, hafif yapılı ve düşük organik madde içeriğine sahip olan toprakların daha duyarlı bir yapıya sahip oldukları saptanmıştır. Tarımsal parseller dikkate alındığında toprak özellikleri ile birlikte yem bitkilerinin sistemde bulunduğu parsellerin yoğun toprak işlemeyi gerektiren parsellere göre daha dirençli bir yapı oluşturdukları görülmüştür. Münavebe sistemleri belirlenirken bu hususlara dikkat etmekte yarar bulunmaktadır.

#### Kaynaklar

- Barnes, G., 2016. Soil mechanics: principles and practice. Macmillan International Higher Education.
- Baumgarti, T., 2002. Atterberg limits. Encyc. of Soil Sci.:89-93.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayın No: 38, Samsun, 131-135.
- Black, C. A., 1965. Methods Of Soil Analysis Part1And2. American Society Of Agronomy, Inc.; USA.
- Blanco-Canqui H., Lal, R., Post, M., 2006. Organic carbon influences on soil particle density and rheological properties. Soil Science Society of America Journal 70: 1407-1414. DOI: 10.2136/sssaj2005.0355.
- Blanco- Canqui, H., Ruis, S. J., 2020. Cover crop impacts on soil physical properties: A review. Soil Science Society of America Journal, 84(5), 1527-1576.
- Centeri, C., Herczeg, E., Vona, M., Balázs, K., Penksza, K., 2009. The effects of land- use change on plant-soil-erosion relations, Nyereg Hill, Hungary. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 172(4), 586-592.
- Chen, Z., Wang, L., Wei, A., Gao, J., Lu, Y., Zhou, J., 2019. Land-use change from arable lands to orchards reduced soil erosion and increased nutrient loss in a small catchment. Science of The Total Environment, 648, 1097-1104.
- De Boodt, M.D., De Leenheer, L., Low, A.J., Peerlkamp, P.K., 1967, Determination of the consistency of clay soils according to Boekel and Peerlkamp. West-Europen Methods for soil structure determination, 4, 16-18.
- De Leenheert, L., De Boodt, M.D., Low, A.J., Peerlkamp, P.K., 1967, Determination of the consistency of clay soils according to Boekel and Peerlkamp. West-Europen Methods for soil structure determination, 4, 16-18.
- Demir, S., Kılıç, K., Aydın, M., 2012. Farklı kullanım altındaki toprakların kıvam limitleriyle bazı toprak özellikleri arasındaki ilişki. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, (2), 63-71.

- Demiralay, İ., Güresinli, Y.Z., 1979. Erzurum Ovası Topraklarının Kıvam Limitleri Ve Sıkışabilirliği Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1-2).
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, ss: 131, Erzurum.
- Denef, K., Six, J., Merckx, R., Paustian, K., 2004. Carbon sequestration in microaggregates of no- tillage soils with different clay mineralogy. Soil Science Society of America Journal, 68(6), 1935-1944.
- Deng, Y., Cai, C., Xia, D., Ding, S., Chen, J., Wang, T., 2017. Soil Atterberg limits of different weathering profiles of the collapsing gullies in the hilly granitic region of southern china. Solid Earth, 8(2), 499-513.
- Dexter, A.R., Bird, N.R.A., 2001. Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve. Soil Till. Res. 57:203-212.
- Dulkadiroğlu, M., 2017. Farklı topoğrafik pozisyonlarda oluşmuş toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler (Master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ferry, D. M., Olsen, R. A., 1975. Orientation of clay particles as it relates to crusting of soil. Soil Sci. 120: 365-375.
- Green, T. R., Ahuja, L. R., Benjamin, J. G., 2003. Advances and challenges in predicting agricultural management effects on soil hydraulic properties. Geoderma, 116(1-2), 3-27.
- Gülser, C., Candemir, F., 2006. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüs Topraklarının Bazı Mekaniksel Özellikleri Ve İşlenebilirlikleri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 21(2), 213-217.
- Gülser, C., Dengiz, O., İç, S., Demir, Z., Selvi, K. Ç., 2010. Some mechanical properties and workability of Aşağı Aksu Basin soils. In: Proceedings of the International Soil Science Congress on Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality..
- Havaee, S., Ayoubi, S., Mosaddeghi, M. R., Keller, T., 2014. Impacts of land use on soil organic matter and degree of compactness in calcareous soils of central Iran. Soil use and management, 30(1), 2-9.
- Hazelton, P., Murphy, B., 2007. Interpreting Soil Test Results: What do all the numbers Mean 2nd. Australia: Csiro Publishing.
- Hemmat, A., Aghilinategh, N., Rezainejad, Y., Sadeghi, M., 2010. Long-term impacts of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in central Iran. Soil and Tillage Research, 108(1-2), 43-50.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı.
- Karagöktaş, D., Yakupoğlu, T., 2014. Erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi planlanan bir alanda aşınabilirlik ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 2(1), 6-12.
- Keller, T., Dexter, A.R., 2012. Plastic limits of agricultural soils as functions of soil texture and organic matter content. Soil Research 50: 7-17. DOI: 10.1071/SR11174
- Kokieva, G.E., Voinash, S.A., Sokolova, V.A., Gorbachev, V.A., Fedyayev, A.A., Fedyayev, A.A., 2020. The study of soil mechanics and intensification of agriculture. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 548, No. 6, p. 062036). IOP Publishing.
- Mueller, L., Schindler, U., Fausey, N.R., Lal, R., 2003. Comparison of methods for estimating maximum soil water content for optimum workability. Soil Till. Res. 72:9-20.
- McBride R.A., 2008. Soil consistency and lower plastic limits. In: Carter MR, Gregorich EG (eds.), Soil Sampling and Methods of Analysis, 2nd edition, Chapter n58, CRC Press. pp 761-769.
- Munsuz, N., 1985. Toprak mekaniği ve teknolojisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayınları: 922, Ders Kitabı:260, Ankara.
- Nikiforoff, C.C., 1938. Soil consistence and soil structure in relation to the other physical properties of the soil. Soil Science Society of America Journal, 2(C), 401-409.
- Odell, R.T., Thornburn, T.H., McKenzie, L.J., 1960. Relationships of Atterberg limits to some other properties of Illinois soils. Soil Science Society of America Journal, 24(4), 297-300.
- Özdemir, N., 2013. Toprak ve Su Koruma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 22, 3. Baskı, Samsun.
- Powrie, W., 2018. Soil mechanics: concepts and applications. CRC Press. ISB-13: 978-1-4665-5248-7.
- Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., 2002. Soil consistence and structure as predictors of water retention. Soil Science Society of America Journal, 66(4), 1115-1126.
- Sağlam, T., 1997. Toprak kimyası. Trakya Üniv. Tekirdağ Zir. Fak. Yayın, (190).
- Schafer, W.M. and Singer, M. J. 1976. A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. Soil Sci. Soc. Amer. J. 40: 805-806.
- Schwartz, R.C., Evett, S.R., Unger, P.W., 2003. Soil hydraulic properties of cropland compared with reestablished and native grassland. Geoderma, 116(1-2), 47-60.



- Seybold C.A., Elrashidi, M.A., Engel., R.J., 2008. Linear regression models to estimate soil liquid limit and plasticity index from basic soil properties. *Soil Science* 173: 25-34. DOI: 10.1097/ss.0b013e318159a5e1.
- Sindelar, M., Blanco-Canqui, H., Jin, V.L., Ferguson, R., 2019. Cover crops and corn residue removal: Impacts on soil hydraulic properties and their relationships with carbon. *Soil Science Society of America Journal*, 83(1), 221-231.
- Smith, C.W., Hadas A, Dan J., Koyumjisky H., 1985. Shrinkage atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in israel. *Geoderma* 35: 7-65.
- Soil Science Division Staff., 2017. Soil survey manual. USDA handbook 18, 639.
- Sowers, G.T., 1965. Consistency. *Methods of Soil analysis*. Part 1 American Society of Agronomy, Madison-Wisconsin U.S.A. 349-397.
- Sönmez, K., 1981. Ahır gübresinin killi toprağın büzülme özelliği üzerine etkisi. *Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi*, 12(2-3): 31-37.
- Şeker, C., Işıldar, A., 2000. Tarla trafiğinin toprak profilindeki gözenekliliğe ve sıkışmaya etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 71-77.
- Thomas, P.J., J.C., Baker, L.W. Zelazny, 2000. An expensive soil index for predicting Shrink-swell potential. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64:268-274.
- U. S. Salinity Lab. Staff. 1954. *Diagnosis and Improvement. Of saline and alkali soils*. U.S.D.A Agriculture Handbook. No: 60.
- Zolfaghari, Z., Mosaddeghi, M. R., Ayoubi, S., Kelishadi, H., 2015. Soil atterberg limits and consistency indices as influenced by land use and slope position in Western Iran. *Journal of Mountain Science*, 12(6), 1471-1483.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.908234

## The effect of different growing environments on seedling development in transplanting paddy production

Hasan Akay<sup>a\*</sup>, Dursun Kurt<sup>b</sup>, İsmail Sezer<sup>a</sup>, Elif Öztürk<sup>a</sup>

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

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

\*Sorumlu yazar/corresponding author: hasan.akay@omu.edu.tr

Geliş/Received 02/04/2021 Kabul/Accepted 07/08/2021

### ABSTRACT

In the world, the transplanting planting method comes into prominence to save on irrigation water due to climatic changes, to increase the yield per unit area with lengthy vegetation varieties, and to reduce chemical input in pest and disease control. The basic element of being successful in transplanting paddy production is to grow healthy and quality seedlings. For machine seedling, it is necessary to grow in a special viol environment. For paddy seedlings in trays, it is required to prepare special mortars rich in plant nutrients and economical. In this research, four replications were carried out in an unheated polyethylene greenhouse of Ondokuz Mayıs University Agricultural Research and Application Center in 2020 with 20 different mortar media and three paddy varieties (Baldo, Vasco and Tosya Gunesi). To determine the seedling quality, seedling length, seedling stem diameter, leaf number, root length, root number, above ground and root wet weight, above ground, and root dry matter ratio values were examined 21 days after planting. According to the research results, the effect of different medium crosses, cultivars, and environment x cultivar combinations used on the seedling quality characteristics was statistically significant. The results showed that seedling length was 68.39-218.19 mm, seedling stem diameter was 0.97-2.64 mm, number of leaves was 2.0-4.0, root length was 16.95 - 98.35, number of roots was 4.25-10.75, shoot wet weight 5.40-131.55 mg, root wet weight 3.03-104.28, shoot dry weight ratio was 5.95-27.42 %, and root dry weight ratio was 1.37-15.13 %. The biplot analysis results showed that the Vasco variety had the best quality of seedlings in growth media numbers 13 and 18. The evaluation of growth media's quality, economically and ecologically, showed that growth media number 13 was the best media, and media numbers 18 and 19 could be used as alternatives.

Anahtar Sözcükler:  
Animal Manure  
*Oryza sativa* L.  
Paddy husk ash  
Peat  
Perlite  
Tobacco Dust

### Fideleme çeltik üretiminde farklı yetiştirme ortamlarının fide gelişimine etkisi

#### ÖZET

Dünya da iklimsel değişikliklerden dolayı; sulama suyundan tasarruf sağlamak, uzun vejetasyon süresine sahip çeşitler ile birim alan verimini artırmak ve hastalık zararlı mücadelesinde kimyasal girdileri azaltmak amacıyla fideleme ekim yöntemi ön plana çıkmaktadır. Fideleme çeltik üretiminde başarılı olmanın temel unsuru sağlıklı ve kaliteli fide yetiştirmektir. Makineli fideleme için, özel viyol ortamında yetiştiricilik yapılması gereklidir. Viyollerde çeltik fidesi için, bitki besin maddelerince zengin ve ekonomik özel harçların hazırlanması gerekmektedir. Bu çalışmada, 20 farklı harç ortamı ve 3 çeltik çeşidi (Baldo, Vasco ve Tosya Güneşi) kullanılmıştır. 2020 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezine ait ısıtmasız polietilen serasında, tesadüf parsellerinde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Fide kalitesinin belirlenmesi amacıyla fideler ekimden itibaren 21 gün sonra fide uzunluğu, fide gövdesi çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, kök sayısı, toprak üstü ve kök yaş ağırlığı, toprak üstü ve kök kuru madde oranı değerleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, incelenen fide kalite özellikleri üzerine kullanılan farklı ortam harçlarının, çeşitlerin ve ortam x çeşit

Keywords:  
Hayvan Gübresi  
*Oryza sativa* L.  
Çeltik Kavuz Külü  
Torf  
Perlit  
Tütün Tozu

kombinasyonlarının etkisi istatistik olarak çok önemli çıkmıştır. Fide uzunluğu 68.39 ile 218.19 mm, yaprak sayısı 2.0 ile 4.0 adet, kök uzunluğu 16.95 ile 98.35 mm, kök sayısı 4.25 ile 10.75 adet, gövde çapı 0.97 ile 2.64 mm, gövde yaş ağırlığı 5.40 ile 131.55 mg, kök yaş ağırlığı 3.03 ile 104.28 mg, toprak üstü aksam kuru madde oranı % 5.95 ile 27.42 ve kök kuru madde oranı % 1.37 ile 15.13 arasında değişmiştir. Yapılan biplot analiz sonucunda Vasco çeşidi ile 13 ve 18 numaralı ortamlar ön plana çıkmaktadır. Farklı materyaller, ekonomik ve ekolojik bakımdan yetiştirme ortamı olarak değerlendirildiğinde 20 ortam içerisinde en iyi fide kalitesi 13. ortamda ön plana çıkmıştır. Ayrıca 18. ve 19. ortamlar alternatif olarak kullanılabilir olacaktır.

## 1. Introduction

Paddy is 40 % of the world's food source, which meets about 80 % of the basic calorie needs for 2 billion people. 90 % of world paddy production and consumption are in Asian countries (Sezer et al., 2011). Paddy production in various Asian countries is carried out by the seedling method (IRRI, 2002). Especially in recent years, it has been done with a machine instead of hand transplanting. The change in cultivation method in Asian countries, which are accepted as the homeland of paddy, affects the countries that produce paddy in the world. Climate change is having a significant impact on paddy fields around the world. So it is necessary to have a more water-efficient transplanting growth method, but the transplanting produced are still able to produce high and healthy so that they can reduce the input of chemicals in controlling pests and diseases (Sezer and Mut, 2004; Sezer et al., 2011). In many studies, several ways to increase paddy production have also been described, such as saving at least 30 % water in the transplanting growth method (Pin et al., 2012), delaying planting time, and using long day productive varieties (Faghani et al., 2011), control of paddy blight disease by cultural methods (Farmia, 2008), prevents the occurrence of felling in paddy plants (Birhane, 2013), and performs crop rotation (Abou-Khadrah et al., 2014).

Production of quality seedlings is an important problem in planting methods using transplanting machines (De Datta, 1981). Transplanting high-quality paddy seedlings is essential to minimize abiotic stress factors. Many studies recommend that seedlings be planted by transplanting machines should have 2-3 leaves, and seedling length should be 120-150 mm (Matsushima, 1980; Kitagawa et al., 2004; Manjunatha et al., 2009). Strong paddy seeds will produce high-quality tillers and grain yields (Yamamoto et al., 1995; Randriamiharisoa and Uphoff, 2002; Horie et al., 2005). It is also important for healthy and uniform plant growth and development (Matsuo and Hoshikawa, 1993). The media for growing seedlings will determine the seedling's quality and health (TeKrony and Egli, 1991).

Several growth methods are used globally, such as wet, dry, mat, modified mat, and tray method. In addition to the method using trays, paddy growth is also carried out in seedling boxes or directly in paddy planting areas (Kim et al., 1991). For planting seedlings with a transplanting machine, farmers must prepare the seeds in a special tray. Growth media to be prepared in trays must be rich in nutrients and economical (Kundu et al., 1993). Changes in paddy production culture around the world have greatly influenced the culture of paddy production in Turkey. So that in recent years it has led to an increase in the use of transplanting machines, the use of long-day productive varieties, to the widespread problem of irrigation water (Sezer et al., 2017). This study was conducted to determine the composition of quality, economical and sustainable planting media in producing paddy seedlings for use in transplanting machines.

## 2. Material and Method

### 2.1 Plant material

This study used three registered cultivars, namely Baldo, Vasco, and Tosya Gunesi. Paddy consumers preferred Baldo, Vasco has high productivity, and Tosya Gunesi was chosen because it is widely used in Turkey.

### 2.2 Growth media

This study used six different growth media; soil (S), tobacco dust (TD), commercial peat (CP), animal manure (AM), paddy husk ash (RHA), perlite (P). The soil (S) used comes from the field around the place where conducted the study. After analyzing the soil used had a pH value 8.0-8.1, EC value 0.59-0.63 dS m<sup>-1</sup>, organic matter ratio of 1.1-1.2 %, N content 0.06-0.07 %, K<sub>2</sub>O content 3.8-3.9 kg and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content 125.5-135.2 kg da<sup>-1</sup>. Tobacco dust (TD) was obtained from oriental tobacco leaves filtered by international private companies operating in Izmir. The results of the tobacco dust analysis showed; pH value 5.45-5.88, EC value 0.7-11.0 dS m<sup>-1</sup>, organic matter ratio 41-68 %, organic carbon 38.4-42.4 %, N content 2.1-2, 3 %, P levels 0.1-0.2, K levels 1.9-2.0 %. Commercial peat (CP) has a pH value 6.8-7.8, an EC value 1.06-1.41 dS m<sup>-1</sup>, organic matter content 80-85 %, N content 1.0-1.7 %, and P content 0.1- 0.2 %. Animal manure (AM) has a pH value 8.0-8.1, EC value 1.02-1.10 dS m<sup>-1</sup>, organic matter content 28-31 %, N content 2.2-2.3 %, P content 1.1-1.2 %, and K content 2.2-2.3 %. Rice husk ash content (RHA) pH value of

7.8-7.9, EC value 0.50-0.51 dS m<sup>-1</sup>, organic matter content 28-31 %, N content 0.40-0.41 %, P 10.40-0.42 %, K content 0.37-0.39 % and Si content 86-88 %.

### 2.3 Method

This study was carried out in the polyethylene (PE) greenhouse of Ondokuz Mayıs University Agricultural Research and Application Center according to a randomized plot design of four replications in 2020. Special seedling PE viyols (58 x 28 x 4 cm) are used for paddy seedling (Mitchell et al., 2004). The mixing of the growth media was carried out after filtering on a 0.5 mm sieve with the composition shown in Table 1 (Figure 1).

Paddy seeds were soaked for 15 minutes at 52 °C to avoid attack by white tip nematode (Elekcioglu and Tulek, 2009). The prepared growth media is filled into trays with a depth of 2.5-3 cm, and after the paddy seeds are planted, they are compacted to 0.5-1 cm. Paddy seeds sown in trays are based on the weight of 1000 grains, namely 3500-4000 seeds/m<sup>2</sup> (Sezer et al., 2017). Furthermore, the seeds that have been planted in the tray are watered until the growth is submerged in water and then stored in the dark for 2-3 days.

The trays are transferred to the greenhouse and irrigated to keep the growth media in a saturated water condition. The variables observed to determine seedling quality were seedling length, seedling stem diameter, number of leaves, root length, number of roots, shoot wet weight, root wet weight, and shoot dry weight ratio, and root dry weight ratio in the period when the seedlings had 2.5-3 leaves (21 days since planting) (Pirdashti et al., 2009). Length and diameter measurements were made with the help of digital calipers and fresh weights were measured on an analytical scale with 0.0001 precision (Akay et al., 2013). To determine the dry matter ratio, plant parts were dried in blotter paper at 70 °C for 24-36 hours (Atak et al., 2006) and wet weight and dry weight were proportioned. The data were analyzed using JMP (2007) statistical package program.



Figure 1. Growing medium.

Şekil 1. Büyüme ortamları.

Table 1. Growing medium and composition used

*Çizelge 1. Kullanılan yetiştirme ortamları ve kompozisyonları*

Growth Medium (%)	Soil (S)	Tobacco Dust (TD)	Commercial Peat (CP)	Animal (AM)	Manure	Paddy Ash (PHA)	Husk	Perlite (P)
1	100	-	-	-	-	-	-	-
2	-	100	-	-	-	-	-	-
3	-	-	100	-	-	-	-	-
4	-	-	-	100	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	100	-	-
6	50	50	-	-	-	-	-	-
7	50	-	-	-	-	50	-	-
8	50	-	50	-	-	-	-	-
9	50	-	-	50	-	-	-	-
10	50	25	25	-	-	-	-	-
11	50	-	25	-	-	25	-	-
12	25	25	25	25	-	-	-	-
13	-	25	25	25	-	25	-	-
14	-	-	25	25	-	25	-	25
15	25	25	-	25	-	25	-	-
16	20	-	20	20	-	20	-	20
17	20	20	20	20	-	-	-	20
18	20	20	20	20	-	20	-	-
19	20	20	-	20	-	20	-	20
20	25	15	15	15	-	15	-	15

### 3. Results and Discussion

Seedling quality is the most important factor affecting the success of seedling paddy production. In the research investigating the effect of different growth mediums on paddy seedling properties, significant differences were found in terms of variety, environment and variety × growth medium interaction in all of the characters examined (Table 2). The paddy seeds did not germinate in the second growth medium (100 % Tobacco dust).

Table 2. Variance results of the characters examined in the study \*

*Çizelge 2. Araştırmada incelenen karakterlerin varyans sonuçları \**

SV	DF	MEANS OF SQUARES								
		SL	RL	NL	NR	SBD	AGCW	RAW	AGDW	RDM
<b>GM</b>	18	10994.65**	2884.32**	0.53**	19.26**	1.781**	0.0065**	0.0031**	129.75**	101.34**
<b>Variety</b>	2	34970.20**	1543.28**	3.41**	30.86**	0.441**	0.0095**	0.0019**	20.88**	23.37**
<b>GM×V</b>	36	934.15**	461.94**	0.81**	4.37**	0.1308*	0.0014**	0.0007**	55.48**	17.36**
<b>Error</b>	171	189.70	163.52	0.18	1.81	0.081	0.00057	0.00012	1.71	0.57
<b>CV %</b>		10.30	20.77	14.33	18.53	14.16	36.17	30.81	9.16	13.58

\* SL= Seedling Length; RL= Root Length; NL= Number of Leaves; NR= Number of Roots; SBD= Seedling Body Diameter; AGCW= Above Ground Component Wet Weight; RAW= Root Age Weight; AGDW= Above Ground Part Dry Matter; RDM= Root Dry Matter; SD= Degrees of Freedom; VK= sources of variation; GM×V Int.= growth medium-variety interaction; CV%= Coefficient of Variation.

Seedling length and number of leaves are important parameters that become indicators when using transplanting machines in paddy cultivation. Paddy seedlings to be used with the transplanting machine are expected to be 120-150 mm long with three leaves (Kitagawa et al., 2004; Manjunatha et al., 2009).

Table 3. The average value of seedling length and number of leaves of 3 paddy varieties in 20 different growth media\*

Çizelge 3. 20 farklı ortamlarda 3 çeltik çeşidine ait fide uzunluğu ve yaprak sayısı ortalama değerleri\*

Growth Medium	Seedling Length (mm)			Number of Leaves (pieces)				
	Baldo	Vasco	T. Güneşi	Average	Baldo	Vasco	T. Güneşi	Average
1	190.27 abc	132.90 g-r	148.08 d-n	<b>157.08 ab</b>	3.00 a-e	3.00 a-e	3.00 a-e	<b>3.00 abc</b>
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	194.01 ab	149.34 d-m	162.73 b-j	<b>168.69 a</b>	2.75 b-e	2.75 b-e	3.25 a-d	<b>2.92 abc</b>
4	129.78 h-t	80.82 wxy	94.40 r-y	<b>101.67 ef</b>	3.00 a-e	2.00 e	3.00 a-e	<b>2.67 abc</b>
5	108.97 n-x	84.16 v-y	109.44 n-x	<b>100.86 ef</b>	3.25 a-d	2.25 de	2.00 e	<b>2.50 c</b>
6	166.14 b-h	161.47 b-j	168.13 b-h	<b>165.25 a</b>	2.25 de	3.25 a-d	3.00 a-e	<b>2.83 abc</b>
7	137.33 f-p	92.03 t-y	93.32 s-y	<b>107.56 def</b>	3.00 a-e	2.00 e	2.75 b-e	<b>2.58 bc</b>
8	107.13 o-y	68.39 y	96.60 q-y	<b>90.71 ef</b>	3.50 abc	2.25 de	2.50 cde	<b>2.75 abc</b>
9	95.365 q-y	84.95 v-y	87.36 u-y	<b>89.22 f</b>	3.75 ab	2.50 cde	3.50 abc	<b>3.25 a</b>
10	217.69 a	142.40 e-o	158.43 b-k	<b>172.84 a</b>	3.25 a-d	3.00 a-e	2.50 cde	<b>2.92 abc</b>
11	110.69 m-x	83.03 wxy	98.06 p-y	<b>97.26 ef</b>	2.75 b-e	2.00 e	3.25 a-d	<b>2.67 abc</b>
12	134.57 g-q	118.54 l-w	152.15 c-l	<b>135.09 c</b>	3.00 a-e	3.75 ab	2.75 b-e	<b>3.17 ab</b>
13	218.19 a	152.24 c-l	143.09 e-o	<b>171.17 a</b>	3.00 a-e	3.25 a-d	3.00 a-e	<b>3.08 abc</b>
14	171.75 b-g	142.37 e-o	180.12 a-e	<b>164.74 a</b>	2.75 b-e	3.00 a-e	3.00 a-e	<b>2.92 abc</b>
15	175.2 b-f	115.22 l-w	123.37 j-v	<b>137.93 bc</b>	3.00 a-e	3.25 a-d	3.00 a-e	<b>3.08 abc</b>
16	160.19 b-j	153.03 c-l	158.38 b-k	<b>157.20 ab</b>	3.00 a-e	2.50 cde	3.00 a-e	<b>2.83 abc</b>
17	187.45 a-d	124.72 i-u	162.90 b-l	<b>158.36 a</b>	3.25 a-d	2.50 cde	2.75 b-e	<b>2.83 abc</b>
18	160.82 b-j	101.00 p-y	131.40 h-t	<b>131.07 c</b>	4.00 a	2.25 de	3.00 a-e	<b>3.08 abc</b>
19	159.47 b-j	81.47 wxy	133.55 g-r	<b>124.83 cd</b>	3.00 a-e	3.00 a-e	3.50 abc	<b>3.17 ab</b>
20	132.12 h-s	74.59 xy	119.84 k-w	<b>108.85 de</b>	3.50 abc	2.50 cde	3.00 a-e	<b>3.00 abc</b>
<b>Average</b>	<b>155.64 a</b>	<b>112.77 c</b>	<b>132.70 b</b>	<b>133.70</b>	<b>3.11 a</b>	<b>2.68 c</b>	<b>2.93 b</b>	<b>2.91</b>

\* There is no 5% difference between the averages indicated with the same letter.

Seedling length in this study varied between 68.39-218.19 mm. When viewed from the average, found the highest seedling length of 172.84 mm in growth media number 10. It was not significantly different from the treatment of growth media numbers 1, 3, 6, 13, 14, 16, and 17. Meanwhile, the lowest seedling length is found in growth media number 9, with a length of 82.22 mm. The interaction between treatments showed the highest seed length in the interaction between Baldo variety and growth media numbers 10 and 13. About the varieties' response to the growth media, the highest seedling length was shown by the Vasco variety in growth media number 6 and the Tosya Günesi variety in the growth media number 14. Baldo variety showed the highest average seedling length (133.70 mm) in 60 % of the growth media used in the study. This indicates that the Baldo variety is more selective in adapting to the growth media than the Vasco and Tosya Günesi varieties. In this case, the Baldo variety shows a positive response to different growth media from an economic and ecological perspective. Meanwhile, the Vasco and Tosya Günesi varieties only had an average seedling length of 30 % and 45 % of the growth media, respectively.

Table 4. The average value of root length and number of roots of 3 paddy varieties in 20 different growth media \*  
Çizelge 4. 20 farklı ortamlarda 3 çeltik çeşidine ait kök uzunluğu ve kök sayısı ortalama değerleri\*

Growth Medium	Root Length (mm)				Number of Roots (pieces)			
	Baldo	Vasco	T. Güneşi	Average	Baldo	Vasco	T. Güneşi	Average
1	58.84 d-p	61.74 a-o	61.89 a-o	<b>60.82 c-f</b>	9.75 a-d	8.25 a-ı	9.25 a-f	<b>9.08 ab</b>
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	69.13 a-m	66.09 a-n	49.99 f-q	<b>61.73 c-f</b>	7.25 a-j	6.75 b-j	7.50 a-j	<b>7.17 b-f</b>
4	95.68 abc	81.52 a-g	59.51 c-p	<b>78.90 abc</b>	9.50 a-e	5.25 g-j	5.25 g-j	<b>6.67 c-h</b>
5	74.67 a-k	64.90 a-o	76.58 a-ı	<b>72.05 a-d</b>	8.75 a-h	7.50 a-j	7.00 a-j	<b>7.75 b-e</b>
6	16.95 r	36.07 l-r	23.57 pqr	<b>25.53 h</b>	9.25 a-f	7.75 a-j	8.75 a-h	<b>8.58 abc</b>
7	68.08 a-m	52.37 e-q	49.00 f-q	<b>56.48 def</b>	6.50 b-j	5.50 f-j	6.50 b-j	<b>6.17 d-g</b>
8	79.86 a-g	64.16 a-o	58.95 d-p	<b>67.66 b-e</b>	6.50 b-j	5.50 f-j	4.25 j	<b>5.42 fg</b>
9	65.08 a-o	78.33 a-h	45.48 g-q	<b>62.96 cde</b>	8.00 a-j	8.25 a-ı	7.25 a-j	<b>7.83 b-e</b>
10	33.55 m-r	38.26 k-q	61.74 a-o	<b>44.52 fg</b>	9.50 a-e	10.75 a	10.00 abc	<b>10.08 a</b>
11	98.35 a	87.55 a-e	75.10 a-j	<b>87.00 a</b>	5.50 f-j	5.00 hj	4.75 ij	<b>5.08 g</b>
12	40.68 ı-q	28.78 o-r	31.14 n-r	<b>33.53 gh</b>	7.00 a-j	4.75 ij	6.75 b-j	<b>6.17 d-g</b>
13	59.20 c-p	62.63 a-o	39.93 j-q	<b>53.92 def</b>	8.50 a-ı	8.75 a-h	7.50 a-j	<b>8.25 abc</b>
14	82.74 a-f	90.26 a-d	71.52 a-l	<b>81.50 ab</b>	5.75 e-j	7.50 a-j	6.50 b-j	<b>6.58 c-g</b>
15	59.81 c-p	53.85 d-p	55.32 d-p	<b>56.33 def</b>	7.75 a-j	7.75 a-j	7.50 a-j	<b>7.67 b-e</b>
16	59.49 c-p	58.90 d-p	70.83 a-l	<b>63.07 cde</b>	5.75 e-j	5.25 g-j	6.50 b-j	<b>5.83 efg</b>
17	55.53 d-p	42.22 h-q	61.36 b-o	<b>53.04 ef</b>	10.00abc	6.00 d-j	6.25 c-j	<b>7.42 b-f</b>
18	78.46 a-h	62.99 a-o	58.09 d-p	<b>66.51 b-e</b>	7.00 a-j	5.75 e-j	8.25 a-ı	<b>7.00 c-g</b>
19	73.01 a-k	97.26 ab	56.43 d-p	<b>75.57 abc</b>	9.00 a-g	5.75 e-j	6.00 d-j	<b>6.92 c-g</b>
20	75.91 a-j	59.75 c-p	70.17 a-l	<b>68.61 b-e</b>	10.25 ab	7.00 a-j	6.75 b-j	<b>8.00 bcd</b>
<b>Average</b>	<b>65.53 a</b>	<b>62.51 a</b>	<b>56.66 b</b>	<b>61.56</b>	<b>7.97 a</b>	<b>6.79 b</b>	<b>6.97 b</b>	<b>7.25</b>

\* There is no 5% difference between the averages indicated with the same letter.

The number of leaves in the growth varies from 2.00-4.00 in the nursery's various varieties and media. In general, the number of leaves was directly proportional to the length of the seedlings shown by the Baldo variety in growth media number 18 (4.00 leaves/seedling). However, the highest average number of leaves was demonstrated by the Baldo variety in growth media number 9 (Table 3). A strong root system was needed to prevent stress, both during transplanting and after transplanting seedlings. It could minimize post-planting losses by building good plant-water relationships (McKee, 1981; Davies et al., 1990). A suitable growth method should produce seedlings with a high number and length of roots. High root density provided an advantage when seedlings are transferred to the field (Sistani and Reddy, 1997). In this case, paddy seedlings' root characteristics can be used as an essential parameter to determine paddy varieties' ability to adapt to different growth media. The present results showed that the average root length was 61.56 mm, and the average number of roots was 7.25 roots/seedlings. Growth media treatment sequentially showed the highest average root length in growth media numbers 11, 4, 5, 14, and 19, and each was not significantly different.

Meanwhile, found the highest root length in the treatment of Baldo variety with growth media number 11, and the found lowest root length in growth media number 6. The results showed that the number of roots paddy seedlings varied between 4.75-10.75 roots/seedlings, with the highest number of roots indicated in growth media 1, 6, 10, and 13. Whereas in growth media number 11, the lowest number of roots was obtained where the highest root length was found (Table 4).

Table 5. The average value of seedling stem diameter of 3 paddy varieties in 20 different growth media \*  
 Çizelge 5. 20 farklı ortamlarda 3 çeltik çeşidine ait gövde çapı ortalama değerleri\*

Growth Medium	Seedling Body Diameter (mm)			Average
	Baldo	Vasco	T. Güneşi	
1	1.85 a-n	1.78 b-o	1.77 c-o	<b>1.80 efg</b>
2	-	-	-	-
3	1.45 k-o	1.35 l-o	1.95 a-m	<b>1.58 g</b>
4	2.46 a-e	2.56 a-d	2.32 a-h	<b>2.45 a</b>
5	2.26 a-k	2.16 a-l	1.94 a-n	<b>2.12 cd</b>
6	1.78 b-o	2.07 a-m	1.66 e-o	<b>1.84 ef</b>
7	2.45 a-e	2.16 a-l	2.23 a-k	<b>2.28 abc</b>
8	2.37 a-g	2.07 a-m	2.02 a-m	<b>2.15 bcd</b>
9	2.27 a-j	2.23 a-k	2.54 a-d	<b>2.35 abc</b>
10	2.28 a-j	1.62 f-o	2.07 a-m	<b>1.99 de</b>
11	2.42 a-f	2.54 a-d	2.44 a-e	<b>2.47 a</b>
12	1.13 no	1.27mno	0.97 o	<b>1.12 h</b>
13	1.74 d-o	1.56 h-o	1.39 l-o	<b>1.56 g</b>
14	1.73 d-o	1.48 i-o	1.92 a-n	<b>1.71 fg</b>
15	2.37 a-g	2.37 a-g	2.59 ab	<b>2.44 a</b>
16	1.59 g-o	1.62 f-o	1.88 a-n	<b>1.69 fg</b>
17	1.87 a-n	1.47 j-o	1.73 d-o	<b>1.69 fg</b>
18	2.29 a-i	1.98 a-m	2.16 a-l	<b>2.14 bcd</b>
19	2.58 abc	2.13 a-l	2.40 a-g	<b>2.37 ab</b>
20	2.64 a	2.24 a-k	2.42 a-f	<b>2.43 a</b>
<b>Average</b>	<b>2.08 a</b>	<b>1.93 b</b>	<b>2.02 ab</b>	<b>2.01</b>

\* There is no 5% difference between the averages indicated with the same letter.

In this study, the average seedling stem diameter was 2.01 mm. The highest seedling stem diameter was shown in growth media number 11 with a value of 2.47 mm and was not significantly different statistically in growth media 4, 7, 9, 11, 15, 19, and 20. The lowest seedling stem diameter was shown in growth media 12. Baldo variety demonstrated its adaptability with the highest average seedling stem diameter value compared to other varieties in 20 different growth media treatments. In growth media number 12, there was no RHA and P media mixture, and the Tosya Gunesi variety showed the lowest seedling stem diameter (Table 5). Likewise, the lowest values were determined in the wet shoot weight and root wet weight variables, respectively 5.40 mg and 3.03 mg for the Tosya Gunesi variety in growth media number 12. The paddy seedlings' variable shoot wet weight increased 25 fold between 5.40-131.55 mg in all growth media variations. Meanwhile, paddy seedlings' variable root wet weight showed a weight between 5.40-131.55 mg, which increased 35 times in all growth media variations. Like seedling stem diameter, shoot and roots wet weight Baldo variety determined the highest values in 20 different growth media treatments (Table 6).



Table 6. The average value of wet above ground part and wet root weight of three paddy varieties in 20 different growth media\*

Çizelge 6. 20 farklı ortamlarda 3 çeltik çeşidine ait gövde ve kök yaş ağırlığı ortalama değerleri\*

Growth Medium	Above Ground Part Wet Weight (mg)				Root Wet Weight (mg)			
	Baldo	Vasco	T. Güneşi	Average	Baldo	Vasco	T. Güneşi	Average
1	39.00 c-l	23.95 g-l	16.65 h-l	<b>26.53 e</b>	24.35 g-q	21.70 ı-q	16.33 k-q	<b>20.79 fgh</b>
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	31.80 e-l	27.53 f-l	31.73 e-l	<b>30.35 e</b>	17.10 k-q	22.33 h-q	20.60 ı-q	<b>20.01 gh</b>
4	102.23 a-d	70.85 a-k	65.65 a-l	<b>79.58 ab</b>	41.33 b-n	37.48 d-o	24.40 g-q	<b>34.40 d-g</b>
5	127.13 ab	54.00 c-l	58.73 c-l	<b>79.95 ab</b>	44.68 b-l	26.28 g-q	28.25 f-q	<b>33.07 d-g</b>
6	44.55 c-l	70.93 a-k	40.33 c-l	<b>51.93 b-e</b>	19.95 j-q	31.43 f-q	11.93 m-q	<b>21.10 fgh</b>
7	99.03 a-e	67.80 a-l	58.00 c-l	<b>74.94 abc</b>	58.30 b-f	32.55 f-p	36.33 d-o	<b>42.39 bcd</b>
8	93.28 a-f	57.20 c-l	52.33 c-l	<b>67.60 a-d</b>	46.43 b-k	36.35 d-o	19.15 j-q	<b>33.98 d-g</b>
9	102.23 a-d	78.38 a-l	89.98 a-g	<b>90.19 a</b>	65.88 b-e	52.08 b-l	54.00 b-h	<b>57.32 ab</b>
10	131.55 a	78.78 a-l	71.68 a-k	<b>94.00 a</b>	50.28 b-j	44.40 b-l	41.48 b-n	<b>45.38 bcd</b>
11	73.23 a-k	76.45 a-j	83.80 a-h	<b>77.83 ab</b>	73.05 ab	39.23 d-o	40.18 c-o	<b>50.82 bc</b>
12	9.65 jkl	54.40 c-l	5.40 l	<b>23.15 e</b>	8.78 opq	4.00 pq	3.03 q	<b>5.27 ı</b>
13	34.38 d-l	14.63 ı-k	55.03 c-l	<b>34.68 de</b>	11.53m-q	11.58m-q	9.73 n-q	<b>10.94 hı</b>
14	61.90 b-l	66.50 a-l	80.53 a-l	<b>69.64 abc</b>	38.53 d-o	41.10 c-n	71.30 bc	<b>50.31 bc</b>
15	71.65 a-k	94.45 a-f	85.58 a-g	<b>83.89 ab</b>	17.75 k-q	59.35 b-f	67.70 bcd	<b>48.27 bcd</b>
16	82.33 a-l	80.43 a-l	81.35 a-l	<b>81.37 ab</b>	46.80 b-k	37.18 d-o	45.00 b-l	<b>42.99 bcd</b>
17	62.30 b-l	25.10 g-l	41.30 c-l	<b>42.90 cde</b>	35.88 e-o	14.55 l-q	30.35 f-q	<b>26.93 efg</b>
18	106.20 abc	54.00 c-l	72.95 a-j	<b>77.72 ab</b>	40.23 c-o	24.88 g-q	52.35 b-l	<b>39.15 cde</b>
19	98.05 a-e	56.40 c-l	70.68 a-k	<b>75.04 ab</b>	45.53 b-l	28.03 f-q	34.15 e-p	<b>35.90 c-f</b>
20	127.58 ab	62.33 b-l	82.73 a-h	<b>90.88 a</b>	104.28 a	43.05b-m	54.18 b-g	<b>67.17 a</b>
<b>Average</b>	<b>78.84 a</b>	<b>58.64 b</b>	<b>60.23 b</b>	<b>65.90</b>	<b>41.61 a</b>	<b>31.97 b</b>	<b>34.76 b</b>	<b>36.11</b>

\* There is no 5% difference between the averages indicated with the same letter.

Shoot and root dry weight ratios varied between 5.95-27.42 % and 1.37-15.32 % respectively. The highest shoot and root dry weight ratios were in growth media number 6 and growth media number 15. Meanwhile, found the lowest value in growth media 13 and growth media number 12. Baldo variety had the highest shoot dry weight ratio than other varieties but had the lowest root dry weight ratio. Vasco and Tosya Gunesi varieties' shoot dry weight ratio showed the same value and was not significantly different. The highest shoot dry weight ratio in Baldo variety was found in growth media number 14 was 22.47 %, Vasco variety in growth media number 15 was 24.01 %, and Tosya Gunesi variety in growth media number 6 was 27.42 % (Table 7). This shows that study results regarding the shoot and root dry weight ratio variables are the same as those reported by Atılgan and Tolay (2008).

Table 7. The average value of dry above ground part and dry root weight of three paddy varieties in 20 different growth media\*

Çizelge 7. 20 farklı ortamlarda 3 çeltik çeşidine ait gövde ve kök kuru madde oranı ortalama değerleri\*

Growth Medium	Above Ground Part Dry Matter (%)				Root Dry Matter (%)			
	Baldo	Vasco	T. Güneşi	Average	Baldo	Vasco	T. Güneşi	Average
1	21.73 bcd	12.76 m-v	9.81 vwx	<b>14.76 de</b>	6.57 g-l	4.50 k-s	3.76 m-w	<b>4.94 g</b>
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	18.40 d-g	9.44 v-y	5.95 y	<b>11.27 gh</b>	4.77 j-o	4.62 j-q	4.90 ı-n	<b>4.76 gh</b>
4	18.27 d-h	14.74 g-q	15.82 f-m	<b>16.27 cd</b>	7.97 efg	10.87 bc	11.93 b	<b>10.25 ab</b>
5	13.80 j-u	14.43 ı-r	15.42 f-o	<b>14.55 de</b>	7.21 fgh	12.23 b	8.16 d-g	<b>9.20 bc</b>
6	21.36 bcd	15.53 f-n	27.42 a	<b>21.44 a</b>	3.53 n-x	3.02 n-x	4.58 j-r	<b>3.71 ıı</b>
7	10.27 u-x	14.03 j-t	15.65 f-m	<b>13.32 ef</b>	7.42 e-h	6.58 g-l	9.57 cde	<b>7.86 de</b>
8	12.09 m-v	9.68 v-y	18.02 d-ı	<b>13.26 ef</b>	9.19 c-f	6.68 g-j	6.63 g-k	<b>7.50 ef</b>
9	9.24 v-y	11.73 o-v	11.79 n-v	<b>10.92 gh</b>	5.72 h-m	7.70 e-h	8.02 d-g	<b>7.15 ef</b>
10	9.48 v-y	11.84 n-v	14.22 j-s	<b>11.85 fg</b>	2.36 s-x	3.29 n-x	4.02 m-v	<b>3.22 ıj</b>
11	10.41 t-x	10.81 r-x	12.54 m-v	<b>11.25 gh</b>	7.26 fgh	4.68 j-p	8.25 d-g	<b>6.73 f</b>
12	7.33 xy	11.19 q-w	12.52 m-v	<b>10.35 gh</b>	1.37 y	1.63wxy	2.10 v-y	<b>1.70 k</b>
13	11.02 q-x	7.83 wxy	9.73 vwx	<b>9.53 h</b>	7.02 ghı	4.40 m-t	4.29 m-u	<b>5.24 g</b>
14	22.47 bc	16.52 e-l	15.12 g-p	<b>18.04 bc</b>	2.61 o-x	2.46 r-x	2.37 s-x	<b>2.48 ıj</b>
15	18.07 d-ı	24.01 ab	10.63 s-x	<b>17.57 bc</b>	2.59 p-x	15.32 a	15.13 a	<b>11.01 a</b>
16	12.26 m-v	13.86 j-u	14.54 h-r	<b>13.55 ef</b>	2.56 p-x	2.69 o-x	2.51 q-x	<b>2.59 ıj</b>
17	16.67 e-k	14.10 j-t	12.86 l-v	<b>14.54 de</b>	2.34 t-x	4.45 l-t	2.75 o-x	<b>3.18 ıj</b>
18	19.84 cde	18.90 c-f	12.97 k-v	<b>17.24 c</b>	2.22 u-x	3.44 n-x	2.35 s-x	<b>2.67 ıjk</b>
19	19.69 cde	16.83 e-j	21.32 bcd	<b>19.28 b</b>	2.38 s-x	2.95 n-x	3.13 n-x	<b>2.82 ıj</b>
20	9.97 vwx	15.00 g-p	11.59 p-v	<b>12.19 fg</b>	8.36 d-g	10.17bcd	7.29 fgh	<b>8.60 cd</b>
<b>Average</b>	<b>14.86 a</b>	<b>13.85 b</b>	<b>14.10 b</b>	<b>14.27</b>	<b>4.92 b</b>	<b>5.88 a</b>	<b>5.88 a</b>	<b>5.56</b>

\* There is no 5% difference between the averages indicated with the same letter.

There were few studies on the effect of different growing media on seedling quality in paddy production. In this respect, determining the correlations between the studied characters will reveal important information for farmers and researchers. Correlation analysis results showing the relationships between the examined features are given in Table 8. There is a positive and significant relationship between seedling length and root number, stem diameter, aboveground part wet weight, and root wet weight. Positive between leaf number and root length and aboveground part dry matter ratio; The relationship between stem diameter, aboveground part wet weight, and root wet weight is negatively significant. Positive between root length and leaf number; It has been determined that there is an important negative relationship among the aboveground dry matter ratio. A significant positive relationship was found between root number and seedling length, root number, aboveground part wet weight, root wet weight, and aboveground part dry matter ratio, and these results were found in previous studies (Yamamoto et al., 1995; Randriamiharisoa and Uphoff, 2002; Akay et al., 2013). In previous studies (Karakoy et al., 2014; Kumar et al., 2014), a significant positive and negative relationship between seedling stem diameter and seedling length, root number, aboveground wet weight, and rootage weight was determined. There was a positive correlation between the wet weight of the aboveground parts and seedling length, root number, seedling stem diameter, and root wet weight; there is a significant negative relationship with the number of leaves. Inayatullah et al. (1989) also reported a positive and negative relationship between root wet weight and seedling length, root number, seedling stem diameter, aboveground part wet weight, and root dry matter ratio. Also, as Atılgan and Tolay (2008) also reported, the aboveground part is positive between the dry matter ratio and the number of roots and leaves; There is a significant negative relationship with the root dry matter ratio.

Table 8. Correlation coefficients between variable \*

Çizelge 8. Özellikler arasındaki korelasyon katsayıları\*

	SL	RL	NL	NR	SBD	AGCW	RAW	AGDW
RL	-0.16							
NL	-0.22	0.33*						
NR	0.58**	-0.22	-0.21					
SBD	0.40**	-0.02	-0.38**	0.60**				
AGCW	0.63**	-0.17	-0.44**	0.59**	0.69**			
RAW	0.48**	-0.08	-0.30*	0.37**	0.48**	0.52**		
AGDW	0.18	-0.40**	0.28*	0.52**	0.08	-0.04	-0.08	
RDM	0.03	-0.02	-0.16	-0.06	0.08	0.15	0.23*	-0.27*

\* SL= Seedling Length; RL= Root Length; NL= Number of Leaves; NR= Number of Roots; SBD= Seedling Body Diameter; AGCW= Above Ground Component Wet Weight; RAW= Root Age Weight; AGDW= Above Ground Part Dry Matter; RDM= Root Dry Matter

Biplot analysis helps to define the relationships between the traits of the studied characters in a positive and/or negative way and to identify them in the selection of other traits (Yan and Tinger, 2006). In this research, a biplot chart was created to determine the multiple varying relationships between seedling quality and varieties in 20 different growing environments of 3 paddy varieties (Figure 2).

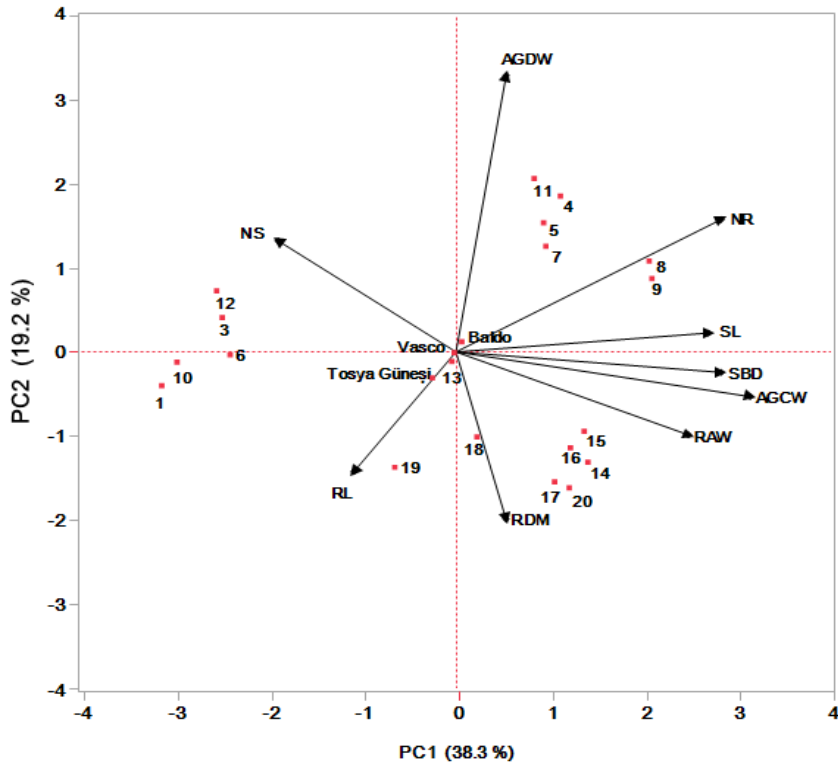


Figure 2. Classification of the variables tested using the biplot analysis method and the relationship between varieties and the variables examined.

Şekil 2. İncelenen özelliklerin biplot analiz yöntemi ile gruplandırılması ve çeşitlerin incelenen özelliklerle ilişkisi.

When the biplot chart was examined, the value of main component 1 was 38.3 % and the value of main component 2 was 19.2 %, and these two components constituted 57.5 % of the total variation. If the angle between the vectors forming the biplot chart is equal to 90°, it means that the examined character is better than the average, the angle between the vectors is lower than 90°, and it means that it is close to the average (Yan and Tinker, 2006).

Based on Figure 2, the results of observations on paddy varieties, the variables of seedling length and seedling stem diameter, shoot wet weight, and root wet weight ratio showed a strong positive correlation ( $<90^\circ$ ). Similar to the variable root dry weight ratio, shoot dry weight ratio and number of roots, root length and root dry weight, number of leaves and shoot dry weight ratio is also a negative relationship between the variable number of roots and root length, because, in Figure 2 between seedling length, number of leaves and root length, the angle formed is greater than  $90^\circ$ . Of all the variables observed, the root length has the shortest vector compared to other variables so that it appears as the variable that differentiates the least. The number of roots and shoot dry weight ratio has values above the average in the growth media numbers 4, 5, 7, 8, 9, and 11. Figure 2 shows that several treatments stand out among the other treatments, affecting paddy seedling quality, which is close to the graph's center. It can be seen that the Vasco variety, growth media numbers 13 and 18 stood out the most among the other treatments because they approached the center of the graph. However, it can also be considered all varieties are observed through their background and the variables that influence them. Meanwhile, in terms of growth media, growth media numbers 13 and 18 show the best performance (Figure 2).

#### 4. Conclusion

The most important part of paddy seedling production is getting good quality and healthy seedlings. For seedlings to be used with a transplanting machine, seedling length, stem diameter, and root density (number of roots and root length) are important parameters that must be considered. Although there are statistical differences between the varieties studied, we can see that good seedling quality has the same results in all observed variables. So that in the study of seedling with growth media with the use of different varieties at this time will cause a loss of energy and time efficiency. Based on this study, the root length variable emerged as the most prominent parameter representing seedling quality. When evaluating the use of 20 growth media from different materials based on ecology and economics, the best quality of seedlings is found in growth media number 13. Besides, growth media numbers 18 and 19 can be used as alternative seedling media.

#### References

- Abou-Khadrah, S.H., Abo-Youssef, M.I., Hafez, E.M., Rehan A.A., 2014. Effect of planting methods and sowing dates on yield and yield attributes of rice varieties under D.U.S. experiment. *Scientia Agriculturae*, 8(3): 133-139. <https://doi.org/10.15192/2014.4.3.133139>
- Akay, H., Sezer, İ., Mut, Z., Sirat, A., 2013. Organik fideleme çeltik yetiştiriciliğinde fide gelişimi ve kalitesi üzerine yetiştirme ortamlarının etkisi. *Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu*, Cilt 1, 343-347, 25-27 Eylül, Samsun.
- Atak, M., Kaya, M.D., Kılılı, Y.G., Çiftçi, C.Y., 2006. Effects of NaCl on the Germination seedling growth and water uptake of triticale. *Turkish Journal Agriculture Forestry*, 30: 39-47.
- Atılğan, N.G., Tolay, İ., 2008. Beş tritikale çeşidinde çinkonun bazı fide özelliklerine etkisi, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1): 65-74.
- Birhane, A., 2013. Effect of planting methods on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.) varieties in tahtay koraro wereda northern Ethiopia. *International Journal of Technology Enhancements and Emerging Engineering Research*, 1(5): 2347-4289.
- Davies, W.J., Mansfield, T.A., Hetherington, A.M., 1990. Sensing of soil water status and the regulation of plant growth and development. *Plant Cell Environ*, 13: 709-719. <https://doi.org/10.1111/j.13653040.1990.tb01085.x>
- De Datta, S.K., 1981. Principles and practise of rice production. The Int. Rice Research Institute. The Philippines.
- Elekçioğlu, İ.H., Tülek, A., 2009. Çeltik beyaz uç nematodu. 1. Çeltik Sempozyumu. s. 39-48 24 – 25 Eylül. Tekirdağ.
- Faghani, R., Mobasser, H.R., Dehpor, A.A., Kochaksarai, S.T., 2011. The effect of planting date and seedling age on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.) varieties in north of iran. *African Jour. of Agr. Res.*, 6(11): 2571-2575.
- Farmia, A., 2008. Development of organic rice farming in a rural area, bantul regency, yogyakarta special region province. Indonesia. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture*. 3: 135-148. <https://doi.org/10.11178/jdsa.3.135>
- Horie, T., Shiraiwa, T., Homma, K., Maeda, Y., Yoshida, H., 2005. Can yields of lowland rice resume the increases that they showed in the 1980s? *Plant Production Science*, 8: 251–272. <https://doi.org/10.1626/ppp.8.259>
- Inayatullah, A., Aliza, H.K., Chaundhry, F.M., 1989. Comparative study of direct seeding and transplanting methods on the grain yield of rice. *Rice Abs.*, 1992. 17:3.
- IRRI. 2002. Rice almanac. 3rd end. LS Baños. Philippines: International Rice Research Institute.
- JMP. 2007. JMP User Guide. Release 7 Copyright© 2007. SAS Institute Inc. Cary. NC.
- Karaköy, T., Baloch, F.S., Toklu, F., Özkan, H., 2014. Variation for selected morphological and quality-related traits among 178 faba bean landraces collected from Turkey. *Plant Genetic Resources*, 12(1): 5-13.
- Kim, C.K., Chol, M.G., Lee, S.Y., Jun, B.T., 1991. Studies on direct sowing rice in dry paddy in honam area. 2. effect of sowing methods on growth and yield of rice. *Rice Abs.*, 1992. 15: 4.

- Kitagawa, H., Shiratsuchi, H., Ogura, A., 2004. Effect of seeding rate on the growth and quality of rice seedlings in the long-mat seedling culture system. In: 4th International Crop Science Congress, 132-138, 26 Sep - 1 Oct., Australia.
- Kumar, R., Bhushan, B., Pal, R., Gaurav, S.S. 2014. correlation and path coefficient analysis for quantitative traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under normal condition. *Annals of Agri-Bio Research*, 19(3): 447-450.
- Kundu, D.K., Rao, K.V., Pillai, K.G., 1993. Comparative yield and n uptake in six transplanted and direct seeded lowland rices. *Rice Abs.*, 17:3.
- Manjunatha, M.V., Masthana, R.B.G., Shashidhar, S.D., Joshi, V.R., 2009. Studies on the performance of self-propelled rice transplanter and its effect on crop yield. *Karnataka J. Agric. Science*, 22 (2): 385-387.
- Matsuo, T., Hoshikawa, K., 1993. *Science of the rice plant: Morphology*. Food and Agriculture Policy Research Centre. Tokyo. 123–132.
- Matsushima, S., 1980. *Rice cultivation for the millions*. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 1-276.
- McKee, J.M.T., 1981. Physiological aspects of transplanting vegetables and other crops. I. Factors which influence re-establishment. *Hort. Abst.*, 51:265-272.
- Mitchell, J., Fukai, S., Basnayake, J., 2004. Grain yield of direct seeded and transplanted rice in rainfed lowlands of South East Asia. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*, 958-963. 26 Sep-1 Oct, Australia.
- Pin, S., Chuon, S., Sok, V., Len, T., 2012. Effects of transplanting methods on yield of different rice varieties under sandy soil conditions. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 3(1): 122-132.
- Pirdashti, H., Sarvestani, Z.T., Mohammad, A.B., 2009. Comparison of physiological responses among four contrast rice cultivars under drought stress conditions. *Research Gate*, 1-6.
- Randriamiharisoa, R., Uphoff, N., 2002. Factorial trials evaluating the separate and combined effects of sri practices. In assessments of the system of rice intensification (SRI): *Proceedings of an Int. Conference*, 40–46, 1–4 April, China.
- Sezer, İ., Mut, Z., 2004. The situation of paddy agriculture and recommendation in order to increase rice production in Samsun province. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 21 (1): 57-66.
- Sezer, İ., Akay, H., Mut, Z., Öner, F., 2011. Karadeniz Bölgesinde çeltik tarımı ve sorunları. I. Ulusal Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, Cilt III, 2317-2325, 27-30 Nisan, Eskişehir.
- Sezer, İ., Şenocak, H., Akay, H., 2017. Bazı çeltik çeşitlerinde fideleme ve serpme ekim yöntemlerinin karşılaştırılması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20: 292-296. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.349263>
- Sistani, K.R., Reddy, K.C., 1997. Effect of rice hull ash silicon on rice seedling growth. *Journal of Plant Nutrition*, 20(1): 195 – 201. <https://doi.org/10.1080/01904169709365242>
- TeKrony, D.M., Egli, D.B. 1991. Relationship of seed vigour to crop yield: a review. *Crop Science*. 31: 816–822.
- Yamamoto, Y., Ikejiri, A., Nitta, Y. 1995. Characteristics of rooting and leaf emergence rate. early growth and heading date of rice seedlings with different plant age in leaf number. *Japanese Journal of Crop Science*. 64: 556–564.
- Yan, W. Tinker, N.A., 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: principles and applications. *Journal Plant Science*, 86: 623–645.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.908552

## Fındık tarımında çocuk işçiliği: Giresun ili Piraziz ilçesi örneği

Oğuzhan Karadeniz, Erhan Akın, Nur İlkay Abacı\*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ilkaysonmez55@gmail.com

Geliş/Received 02/04/2021

Kabul/Accepted 10/07/2021

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Giresun ili fındık hasadı döneminde tarım işçisi olarak çalıştırılan çocukların, yaşam koşullarının, fındık tarımında çalışmaya iten sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel etmenlerin ve barınma, beslenme, sosyal ihtiyaç ve gelecekle ilgili beklentilerinin belirlenmesi ve çocuk işçiliğinin önlenmesi konusunda bilinç oluşturulması için öneriler sunulmasıdır. Araştırmanın ana materyalini, Giresun ili Piraziz ilçesindeki fındık işletmelerine çalışmak amacıyla gelen 66 çocuk işçi ile anket yapılarak elde edilen birincil veriler oluşturmuştur. Anket verileri 2019 yılı fındık hasat zamanında elde edilmiştir. Anketlerden elde edilen birincil veriler, SPSS paket programına aktarılmış ve basit istatistik yöntemlerden frekans, yüzde, ortalama, minimum ve maksimum değerleri kullanılarak sonuçlar analiz edilmiş ve durum tespiti yapılmıştır. Giresun ili fındık işletmelerinde çalışan çocukların yaş ortalaması 15,89 olarak bulunmuştur. Çocuk işçilerde minimum çalışma yaşı 11 olarak tespit edilmiştir. Çocukların gelişimini sağlıklı bir şekilde tamamlamaları için en önemli yaşlarında olan çocuklar, sezon boyunca haftanın her gününde ortalama 10,33 saat çalışmaktadır. Araştırmada çocukların %68,2'sinin okula kayıtlı olduğu tespit edilirken, %32,8'inin eğitim hayatına devam etmediği görülmüştür. Gelecekle ilgili beklentileri sorulduğunda, %30'u meslek sahibi olmak istediğini, %18'i ezilmemeyi ve işçi olmak istemediğini ifade etmiş ve %13,6'sının ise hiçbir beklentisinin olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, çocukken tarım işçisi olarak çalışmak ve mevsimlik tarım göçüne katılmak çocukları eğitim, sağlık, psikolojik gibi birçok açıdan olumsuzluklarla karşı karşıya bırakmakta ve gelişimlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum da çocukların kaliteli yaşam hakkına engel olmaktadır. Bu nedenle ülke politikaları geliştirilirken tüm bunlar göz önünde bulundurulmalı, çocukların temel haklarının korunmasını garanti eden düzenlemeler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

**Anahtar Sözcükler:**  
Çocuk  
Fındık tarımı  
Mevsimlik işçilik  
Tarım işçisi

### Child Labor in Hazelnut Agriculture: Case of Giresun, Piraziz District

#### ABSTRACT

This study aims to determine the living conditions, the socio-economic and socio-cultural factors that push them to work in hazelnut agriculture, and their housing, nutrition, social needs, and expectations for the future of the children who were employed as agricultural workers during the hazelnut harvest in Giresun province and suggestions are made to raise awareness on the prevention of child labor. The main material of the study was the primary data obtained by conducting a survey with 66 child workers who came to the hazelnut enterprises in Piraziz district of Giresun province to work. Survey data were obtained during the hazelnut harvest of 2019. The primary data obtained from the questionnaires were transferred to the SPSS package program and the results were analyzed and the situation was determined by using the frequency, percentage, average, minimum and maximum values from simple statistical methods. The average age of children working in the hazelnut enterprises in Giresun was found to be 15.89. The minimum working age for child workers has been determined as 11. For children to complete their development healthily, children at their most crucial age work an average of 10.33 hours every day of the week throughout the season. In the research, it was found that 68.2% of the children were enrolled in school, while 32.8% did not continue their education life.

**Keywords:**  
Child  
Hazelnut farming  
Seasonal labor  
Agricultural worker

When asked about their expectations about the future, 30% stated that they wanted to have a profession,

© OMU ANAJAS 2021

18% did not want to be oppressed and did not want to be a worker, and it was determined that 13.6% had no expectations. As a result, working as an agricultural worker as a child and participating in seasonal agricultural migration expose children to negative effects in many aspects such as education, health, and psychology. This situation hinders children's right to a quality life. For this reason, all these should be taken into account when developing country policies, and regulations that guarantee the protection of children's fundamental rights should be developed and implemented.

## 1. Giriş

Türkiye'nin önemli ve stratejik tarım ürünü fındık, ülkenin en önemli ihracat tarım ürünlerinin başında gelmektedir. Dünya fındık üretiminin yaklaşık % 65-70'ini, ihracatının ise % 70-75'ini karşılayan Türkiye dünyanın en önemli fındık üreticisi ve ihracatçısı konumundadır. Türkiye'de yaklaşık 440 bin üretici, 700 bin hektar alanda fındık üretimi yapmaktadır (Anonim, 2019a). Türkiye'de 2019 yılında toplam 776.046 ton fındık üretilmekteyken, aynı yıl dünya toplam fındık üretimi 842.500 ton'dur (Anonim, 2019b). Dünyada toplam 976.200 ha fındık dikim alanının 706.700 ha'ı Türkiye'de yer almakta olup, Türkiye'deki toplam fındık dikim alanının yarısından fazlası (4.218.007 da) Doğu Karadeniz'de yer almaktadır. Giresun ili ise 1.171.903 da ile Doğu Karadeniz'in önemli fındık üretim alanını oluşturmaktadır (Anonim, 2019b).

Türkiye'de fındık işletmeleri genellikle küçük aile işletmeleri şeklinde olup, özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer şekillerinin de etkisiyle parçalı bir yapı göstermektedir. Fındık tarımı bölge halkı tarafından çoğunlukla ikinci iş/ek gelir olarak gerçekleştirildiği için, ortalama bir ay süren hasat döneminde iş gücü ihtiyacı, büyük ölçüde yerel işçilerden karşılanamamakta, bu nedenle bölge mevsimlik göç almaktadır. Bu alanda istihdam genellikle mevsimlik olduğu için, tarım işçisi aileler sürekli ve yeterli gelir elde edememektedir. Bu nedenle tarım işçisi aileler yoksullukla karşı karşıya kalabilmektedir. Yoksulluğun sonuçları aile refahını olumsuz yönde etkilemekte ve en önemlisi ailede çalışmaya uygun olan herkesin özellikle çocukların çalışmak zorunda kalmalarıyla sonuçlanmaktadır.

Dünyada çalışan çocukların sayısı 2000 yılında 245 milyon iken, yıllar içinde azalma göstererek, 2016 yılı itibarıyla yaklaşık 151.622.000 çocuk işçi bulunmaktadır. Çocuk işçiler, toplam çocuk nüfusunun % 9,6'sına karşılık gelmekte, çocukların yaklaşık 72.525.000'i, tehlikeli işlerde çalışmakta, bu rakam da dünya çocuk nüfusunun % 4,6'sına karşılık gelmektedir. Çocuk işçilerin çalıştıkları alanlar incelendiğinde tarım, açık ara en önde gelen sektör olup, yaklaşık 108 milyon çocuk işçi bu alanda çalışmaktadır. Bu sayı toplam çocuk işçilerin yaklaşık % 71'ini oluşturmaktadır (ILO, 2017; Gülcan, 2017).

Türkiye genelinde 5-17 yaş grubundaki çocuk sayısı 16 milyon 457 bin kişi olarak tahmin edilmiştir. 5-17 yaş grubunda bulunan çocukların %4,4 ü (720 bin kişi) ekonomik olarak gelir getiren bir işte çalışmakta, çalışan çocukların %79,7'sini 15-17, %15,9'unu 12-14, %4,4'ünü ise 5-11 yaş grubundaki çocuklar oluşturmaktadır. Cinsiyete göre incelendiğinde, istihdam edilen çocukların %70,6'sını erkek, %29,4'ünü ise kız çocukların oluşturduğu belirlenmiştir (TÜİK, 2020). Ekonomik işlerde çalışan çocukların %30,8'i (221 bin kişi) tarım, %23,7'si (171 bin kişi) sanayi ve %45,5'i (328 bin kişi) hizmet sektöründe faaliyet göstermektedir. Çocukların %66,0'ının düzenli işyerinde, %30,4'ünün tarla-bahçede, %3,0'ının sabit olmayan işyeri veya pazar yerinde çalıştığı belirlenmiş, %0,5'inin ise evde çalıştığı tahmin edilmiştir (TÜİK, 2020).

İlik ve Türkmen'in (1994) ifade ettiğine göre; ailelerin sosyo-ekonomik durumu ve eğitim düzeyleri, çocukların iş hayatına girip girmemelerinde önemli rol oynamaktadır. Sağlıksız bir aile ortamında büyüyen çocuğun, eğitimine önem verilmemekte, aile bütçesine katkı sağlaması beklenmekte, çocuğun ruh ve beden sağlığını tehlikeye atan işlerin yanı sıra, bağımlılığa neden olan işlerde (mobilya cilacısı, ayakkabı tamircisi vb.) çalıştırılmaktadır (Boybek, 2009).

Çocuklar fiziki ve ruhsal gelişimlerini sağlıklı bir şekilde sürdürme hakkına sahiptir. Çocuk işçiliği, özellikle tehlikeli boyutlardaki çocuk işçiliği, çocukların bu haklarının elinden alınmasına neden olmaktadır. Bu noktada çocuk işçiliği ve çocukların çalışması kavramları birbirine karıştırılmamalıdır. Çünkü çocuğun çalışması eğitime engel olmamak kaydıyla ev işlerine yardım etmek, harçlığını çıkarmak için hafif işlerde çalışmak gibi yetişkinlik döneminde de sorumluluk almasına katkıda bulunan işleri kapsamı gerekirken; çocuk işçiliği, çocuğun fiziki ve ruhsal gelişimini olumsuz etkileyen, eğitimini aksatan işleri kapsamaktadır ve çocuğun yetişkinlik dönemini olumsuz etkilemektedir. "Çocuğun çalışması" ve "çocuk işçiliği" birbirinden farklı kavramlar olmasına rağmen, uygulanmada çoğu zaman birbirlerinin yerine kullanılmaktadır.

Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) yaptığı tanıma göre; çocukların yaptıkları işlerin hepsi, ortadan kaldırılmak istenilen çocuk işçiliği kategorisine girmektedir. ILO 182 no'lu En Kötü Biçimlerdeki Çocuk İşçiliğinin Yasaklanması ve Ortadan Kaldırılmasına İlişkin Acil Eylem Sözleşmesi'nde, ortadan kaldırılması gereken çocuk işçiliği türleri belirlenmiştir. Türkiye bu sözleşmeye dayanarak Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) tarafından hazırlanan Çocuk İşçiliğinin Önlenmesi İçin Zamana Bağlı Politika ve Program çerçevesinde tarımda çalışmayı, çocuk işçiliğinin en kötü biçimlerinden biri olarak belirlemiştir (Yılmaz, 2017).

Lordoğlu ve Etiler (2014), Batı Karadeniz bölgesinde mevsimlik gezici tarım işçiliğinde çalışan çocuklar üzerine bir araştırma gerçekleştirmiş ve araştırma bulgularına göre, çocukların her yıl eğitimlerinin yarıda kesildiğini ve onların okul başarısını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Bu olumsuz durumun, çocukları geleceğin mevsimlik işçileri haline getirdiğini, gezici mevsimlik tarım işçilerinin ise kötü yaşam koşullarından kaynaklı sağlık sorunları yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Yılmaz (2017) "Giresun İli Fındık İşletmelerinde Çocuk İşçiliği" isimli araştırmasından elde ettiği bulgulara göre, fındık işletmelerinde çalışan çocukların yaş ortalamasının 14,8 olduğunu, günde ortalama 9,24 saat uygun olmayan şartlarda çalıştıklarını belirlemiştir. Ayrıca çocuk işçiliğinin öncelikle ailenin sosyo-ekonomik seviyesinin düşük olmasından kaynaklandığını bildirmiştir. İşverenlerin %68'inin işe alımda yaş sınırı gözetmediğini, işçilerin iş yapabilecek durumda olmasının işe alım kriteri olarak yeterli görüldüğünü belirlemiştir. Ayrıca, çocuk işçiliğini önlemek için Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası hukuki düzenlemelerin uygulanması konusunda etkin denetimlerin yapılması ve caydırıcı boyutta yaptırımların uygulanması gerektiğini bildirmiştir.

Türkiye'de çocuk işçiliği konusunda bazı çalışmalar bulunmasına karşın, tarımda çocuk işçiliği konusunda yapılan çalışmalar yeterli değildir. Tarımda çocuk işçiliği sorununa dikkat çekmek için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın amacı; Giresun ili fındık hasadı döneminde tarım işçisi olarak çalıştırılan çocukların yaşam koşullarının belirlenmesi, fındık tarımında çalışmaya iten sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel etmenlerin belirlenmesi, tarımda çalışan çocukların barınma, beslenme, sosyal ihtiyaç ve gelecekle ilgili beklentilerinin ortaya konması ve böylece çocuk işçiliğini önleme hususunda bilinç oluşturulması için öneriler geliştirmektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Bu çalışmada Giresun ili, Piraziz ilçesindeki fındık işletmelerinde çalışan 66 çocuk işçi ile yüz yüze görüşerek yapılan anket çalışmasından elde edilen veriler kullanılmıştır.

### 2.2 Yöntem

Giresun ili, Piraziz ilçesindeki fındık işletmelerinde çalıştırılan çocuk sayısı konusunda güncel bir rakam bulunmamaktadır. Ancak ilçe jandarma komutanlığından alınan sözel bilgiler ve gidilen köylerde edinilen bilgiler ışığında bütün çocuk işçilere ulaşılmaya çalışılmıştır. Anket yapılacak çocuk işçilerin belirlenmesinde tam sayım örnekleme yöntemi kullanılmış olup gönüllülük esasına göre 66 çocuk işçi ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında uygulanan anket formu; çocuk işçilerin sosyal ve demografik özelliklerini, aile bilgilerini ve yaşam şartlarını belirlemeye yönelik kapalı ve açık uçlu soruların yer aldığı üç bölümden oluşmaktadır. Anket verileri 2019 yılı fındık hasat zamanında elde edilmiştir.

Anketlerden elde edilen birincil veriler, SPSS paket programına aktarılmış ve basit istatistik yöntemlerinden frekans, yüzde, ortalama, minimum ve maksimum değerleri kullanılarak analiz edilmiş ve durum tespiti yapılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Birleşmiş Milletler Çocuk Hakları Sözleşmesi uyarınca çocuklara uygulanabilecek olan kanuna göre, daha erken yaşta reşit olma durumu hariç, on sekiz yaşına kadar her birey çocuk sayılmaktadır. Çocuk Koruma Kanunu'na göre ise çocuk, daha erken yaşta ergin olsa bile on sekiz yaşını doldurmamış kişiyi ifade etmektedir (Resmi Gazete, 2005). Türkiye Çocuk İşgücü Anketi'nde ise 6-17 yaş arası bireyler çocuk olarak tanımlanmaktadır. Araştırma kapsamında ele alınan çocuk işçilerin yaşları incelenmiş ve minimum 11 maksimum 18, ortalama olarak ise 15,89 yaşında oldukları tespit edilmiştir. Çalışmaya dâhil olan çocukların sosyo-demografik özelliklerine ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Kırsal alanda artan nüfusa karşın değişmeyen tarım alanları, insanları farklı sektörlere ya da farklı tarım bölgelerindeki işlere yönlendirmektedir. Kısıtlı tarım alanlarının zorladığı kırsal nüfus mevsimsel olarak farklı tarım alanlarına göç ederek geçimini sağlamaktadır. Fındık tarımı işçilik isteyen bir tarım ürünü olması sebebiyle büyük-küçük herkese iş imkânı sağlamaktadır. Araştırmada ele alınan çocuk işçilerin %37,9'u Diyarbakır'dan, %19,7'si Batman'dan ve %15,2'si Siirt'ten gelmiştir. Genellikle fındık hasadına gelen çocuk işçilerin Güneydoğu Anadolu Bölgesinden geldiği görülmektedir.

Fındık hasadına gelen çocuk işçilerin %40,9'unun kız, %59,1'inin ise erkek olduğu belirlenmiştir. Eğitim durumlarına bakıldığında %68,18'inin okula devam ettiği, %16,67'sinin ise mezun olduğu görülmektedir. Çocuk işçilerin %15,15'i okulu bırakmak zorunda kaldıklarını dile getirmişlerdir. Mezun olan çocukların %45,5'i ortaokul,



%54,5'i lise mezunudur. Eğitimine devam eden çocuk işçilerin %2,2'si ilkokulda, %26,7'si ortaokulda, %68,9'u lisede ve %2,2'si üniversitede eğitim aldıklarını belirtmişlerdir. Türkiye'de ilkokul, ortaokul, lise ve üniversite şeklinde sıralı olarak ilerleyen bir sistemde öğrenciler çeşitli sebeplerden dolayı eğitimini yarıda bırakmak zorunda kalmakta veya kendisi okulu bırakmak istemektedir. Bu çalışmada okulu bırakan çocuk işçilerin %40'ının ortaokuldan, %60'ının ise liseden ayrıldığı tespit edilmiştir. Eğitime devam etmeme nedenleri incelendiğinde ise eğitime devam etmeyen çocukların %33,3'ünün eğitim hayatlarında başarısızlık yaşadıklarından, %33,3'ünün ise çalışarak aile bütçesine katkıda bulunmak istemelerinden dolayı eğitimlerine devam etmedikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte anne ve babasının okula göndermediğini dile getiren ve kendi isteğiyle ayrılan çocukların olduğu da tespit edilmiştir. Kantar Davran ve ark., (2014), 7-14 yaş aralığındaki çocukların eğitimlerinden uzak kalmalarının, mevsimlik tarım işçiliğinin kuşaktan kuşağa aktarılmasını kolaylaştıran ve hızlandıran bir etmen olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle bu yaş grubundaki çocuk işçilerin eğitimlerine önem verilmesi gerektiği aşikârdır. Ayrıca Uysal ve ark., (2016), mevsimlik tarım işçi çocuklarının temel eğitim sorunlarına yönelik önlemler ve düzenleyici kamu politikaları ile 2010 yılından itibaren bazı ilerlemeler görülmesine rağmen, çocukların eğitime erişim ve devam sorunlarına yönelik müdahale ihtiyacının sürdüğünü bildirmiştir.

#### Çizelge 1. Çocukların sosyo-demografik özelliklerine ait bilgiler

Table 1. Information on the socio-demographic characteristics of children

Yaşanılan İl	n	Yüzde (%)	Cinsiyet	n	Yüzde (%)
Adıyaman	2	3,0	Kız	27	40,9
Batman	13	19,7	Erkek	39	59,1
Diyarbakır	25	37,9	Eğitim Durumu	n	Yüzde (%)
Gaziantep	2	3,0	Okula Devam Edenler	45	68,18
Giresun	1	1,5	Eğitimi Bırakanlar	10	15,15
Mardin	7	10,6	Mezun Olanlar	11	16,67
Siirt	10	15,2	Eğitime Devam Edenlerin Bulunduğu düzey	n	Yüzde (%)
Şanlıurfa	6	9,1	İlkokul	1	2,2
Okula Gitmeme Nedenleri	n	Yüzde (%)	Ortaokul	12	26,7
1. Çalışarak aile bütçesine katkıda bulunmak	7	33,3	Lise	31	68,9
2. Anne baba göndermedi	1	4,8	Üniversite	1	2,2
3. Başarısızlık	7	33,3	Eğitimi Bırakanların Eğitim Düzeyi	n	Yüzde (%)
4. Diğer nedenler	2	9,5	Ortaokul Mezunu	5	23,81
5. Kendi tercihi	1	4,8	Ortaokul terk	4	19,05
6. 1. ve 2. nedenler	1	4,8	Lise Mezunu	6	28,57
7. Fikri yok	2	9,5	Lise Terk	6	28,57

Çalışmaya dâhil olan çocuk işçilerin çalışmak için kiminle ve kimin aracılığıyla geldikleri, sosyal güvenceleri ve gelirlerini paylaşma durumlarına ait bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Araştırmada ele alınan çocuk işçilerin %77,3'ü ailesiyle birlikte ve %19,7'si tek başına fındık hasadı için geldiğini belirtmiştir. Geri kalan %3'ü ise kiminle geldiğine cevap vermemiştir. Araştırmada ele alınan çocuk işçilere, fındık işçiliğine kimin aracılığı ile başladıkları sorulmuştur ve çocukların %50,5'inin dayı başı, %28,8'inin babası, %6'sının annesi, %3'ünün çavuş ve %1,5'inin arkadaş aracılığıyla fındık işçiliğine başladığı belirlenmiştir. Mevsimlik tarım işçisi olarak farklı illere göç eden aileler genellikle dayı başı aracılığıyla bölgelere gelmektedirler. Dayı başlarının her yıl aynı işverene işçi getirdiği de araştırmacılar tarafından alandan edinilen diğer önemli bir bulgudur. Aynı zamanda ailesi ile birlikte çalışmaya gelen çocuklar, işverenle daha önceki senelerde kurduğu samimiyetten dolayı aynı işverenin yanına çalışmak için gelmektedirler.

Karaman ve Yılmaz (2011) mevsimlik tarım işçiliğinde, işverenden dayı başı ve işçiye doğru emek talebi ve işçiden de dayı başı ve işverene doğru ücret ve iş güvencesi talebi olduğunu bildirmiştir. Çalışma bulgularımız bu durumu doğrular niteliktedir. Araştırmadaki mevsimlik tarım işçilerinin birçoğunun düşük gelirli ve ortalama 5 kişilik kalabalık bir aile yapısının olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Kalabalık aile yapısı geçim zorluğunu doğurmakta bu yüzden fiziki olarak çalışabilir durumda olan bütün aile bireyleri çocuklarda dâhil olmak üzere çalışmaktadırlar. Fındık hasadının çocukların yaz tatili dönemine denk gelmesi dolayısıyla ailenin bireyleri için

buldukları şehirle bağımlılığının kalmaması nedeniyle farklı illere tarım işçiliği için göç edilebilmektedir. Bu durumda birçok aile yaz döneminde farklı tarımsal faaliyetlerde işçi olarak çalışmaktadır.

Çizelge 2. Çocuk işçilerin çalışmak için kiminle ve kimin aracılığıyla geldikleri, sosyal güvenceleri ve gelirlerini paylaşma durumlarına ait bilgiler

Table 2. Information on whom and through whom child workers come to work, their social security, and information on sharing their income

Kiminle geldi	n	Yüzde (%)	Ailede herkesin fındık tarımında çalışma durumu	n	Yüzde (%)
Aileyle birlikte	51	77,3	Hepsi çalışıyor	17	25,8
Tek başına	13	19,7	Hepsi çalışmıyor	44	66,7
Cevap yok	2	3,0	Cevap yok	5	7,6
Kimin aracılığı ile başladı	n	Yüzde (%)	Sosyal Güvence	n	Yüzde (%)
Dayı başı	33	50,0	Güvencesi Yok	6	9,1
Anne	4	6,1	Genel sağlık sigortası	1	1,5
Baba	19	28,8	SGK	7	10,6
Arkadaş	1	1,5	Cevap yok	52	78,8
Kendi isteği ile	2	3,0	Aileden Harçlık Alma Durumu	n	Yüzde (%)
Diğer	7	10,6	Alıyor	26	39,4
Geliri paylaşma nedeni	n	Yüzde (%)	Almıyor	36	54,5
Aile bütçesine yardım	43	68,25	Cevap Yok	4	6,1
Ailenin düzenli geliri olmaması	7	11,11	Geliri aile ile paylaşma	n	Yüzde (%)
Babaya vermek zorunda olması	1	1,59	Paylaşıyor	63	95,5
Kendi eğitim masrafları için	1	1,59	Paylaşmıyor	2	3,0
Cevap yok	11	17,46	Cevap Yok	1	1,5

Araştırmada ele alınan çocuk işçilere, ailelerindeki herkesin fındık hasadında çalışıp çalışmadığı sorulmuş ve %25,8'inin evet, %66,7'sinin hayır cevabı verdiği belirlenmiştir. Hayır cevabı veren çocuklar, ailelerindeki her üyenin sağlıklı olmadığını, aynı zamanda her üyenin çalışma koşullarına dayanacak fiziki güce sahip olmadığını ve yapması gereken başka işlerinin olduğunu ifade etmişlerdir. Çocuk işçilere sosyal güvence durumu sorulduğunda büyük çoğunluğunun (%78,8) cevap vermemesi bu konuda bilgi sahibi olmadıklarını göstermektedir. Benek ve Ökten (2011), Şanlıurfa'nın Hilvan ilçesinde mevsimlik tarım işçileriyle yapmış oldukları çalışmalarında işçilerin önemli bir kısmının yeşil kart dışında herhangi bir sağlık güvencesine sahip olmadıklarını bildirmişlerdir.

Çocuk işçilerin %39,4'ü okul döneminde ailelerinden harçlık aldıklarını %54,5'i ise almadıklarını belirtmiştir. Harçlık almayanlar ailelerinin maddi sıkıntıları olması nedeniyle düzenli harçlık alamadıklarını ifade etmişlerdir. Araştırma alanındaki aileler sahip oldukları ekonomik imkânlar düzeyinde çocukların eğitim faaliyetlerini destekleyebilmektedirler. Ailedeki kişi sayısı, gelir ve çalışma süreleri hakkındaki bilgiler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Ailedeki kişi sayısı, gelir ve çalışma süreleri hakkındaki bilgiler

Table 3. Information on the number of people in the family, income, and working periods

Değişkenler	n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maksimum
Ailedeki kişi sayısı	51	5	5	2	10
Günlük alınan harçlık (TL)	26	11,28	4,00	1	85
Günlük kazanç (TL)	66	90,60	95,00	80	100
Diğer işlerden alınan ücret (günlük) (TL)	22	73,8	70,0	33	100
Gelir elde edilecek işlerde çalışma süresi (gün)	66	3	2	1	10

Araştırmada ele alınan çocukların günlük çalışma bedeli ortalama 90,60 TL olarak tespit edilmiştir. Tarım işçilerinin aldığı ortalama ücret valiliğin belirlediği fiyat civarındadır (Çizelge 3). Araştırma alanındaki çocukların çalışıyor olmalarının en önemli sebeplerinden biri ailelerinin maddi sıkıntılarının olmasıdır. Bu nedenle çocukların büyük çoğunluğu (%95,5) elde ettikleri geliri aileleri ile paylaşmaktadır. Çocukların %68,25'i aile bütçesine yardım için, %11,11'i ailesinin düzenli geliri olmadığı için aileleriyle gelirlerini paylaştıklarını bildirmişlerdir (Çizelge 2).

Çocuk işçilerin başka işlerden kazandıkları ücret ortalama 73,8 TL/gün olarak belirlenmiştir. Çocukların ortalama 3 yıldır gelir elde edebilecek bir işte çalıştıkları belirlenmiştir. Araştırmada henüz fiziksel gelişimini tamamlamamış küçük bedenlerin yaptığı işler karşısında aldıkları ücretin düşük olduğu fakat ailelerine yardımcı olmak ve hayatlarını sürdürmek için çalışmak zorunda oldukları sonucuna varılmaktadır. Aynı zamanda kırsal kesimde çocuğun çalışması ucuz bir iş gücü olmakla beraber çocuğun yaşam şartlarına ayak uydurması ve işi öğrenebilmesi için gerekli görülmektedir. Bu nedenle aileler çocuklarının çalışmasına karşı çıkmamakta, hatta desteklemekte ve onları bu yönde eğitmektedirler.

#### Çizelge 4. Çocuk işçilerin çalışma, problem ve sağlıkla ilgili durumları

Table 4. *Work, problem and health status of child workers*

Başka işte çalışma durumu	n	Yüzde (%)	Çalışmaya izin verme	n	Yüzde (%)
Evet	22	33,3	Evet	62	93,9
Hayır	44	66,7	Hayır	1	1,5
Hangi işte çalışıyor	n	Yüzde (%)	Cevap yok	3	4,5
Tarım ürünleri hasadı	12	54,55	Problem durumları	n	Yüzde (%)
Karton toplama	1	4,55	Çok uzun süre çalışıyorum ancak düşük ücretle çalışıyorum	39	59,1
Tekstil	1	4,55	Çalışırken kendimi güvende hissetmiyorum	2	3,0
Mangal kömürü	1	4,55	Yaptığımız işlerin bize uygun olduğunu düşünmüyorum	7	10,6
Garsonluk	1	4,55	Hepsi	1	1,5
Serbest	3	13,64	Problemim yok	4	6,1
Diğer	3	13,64	Ailemle	1	1,5
Çalışırken izin verme	n	Yüzde (%)	Cevap yok	12	18,2
Evet	60	90,9	Yaptığı İş	n	Yüzde (%)
Hayır	5	7,6	Çuval taşıma	12	18,2
Cevap yok	1	1,5	Fındık toplama	54	81,8
Şiddete maruz kalma durumu	n	Yüzde (%)	Kaza geçirme durumu	n	Yüzde (%)
Hayır	63	95,5	Evet	2	3,0
Cevap yok	3	4,5	Hayır	62	94,0
Sağlık Merkezine rahat ulaşma durumu	n	Yüzde (%)	Cevap yok	2	3,0
Evet	37	56,1	İşten kaynaklı hastalık durumu	n	Yüzde (%)
Hayır	25	37,9	Evet	2	3,0
Cevap yok	4	6,1	Hayır	60	91,0
Değişkenler	n		Cevap yok	4	6,0
Haftalık çalışma süresi (gün)	66		Ortalama	Minimum	Maksimum
Günlük çalışma süresi (saat)	66		6,95	6	7
Dinlenme süresi (dk.)	60		10,33	6	12
			87,50	60	120

Çocukların fındık tarımı dışında başka bir işte çalışma durumları incelendiğinde; %33,3'ünün başka bir işte çalıştığı, %66,7'sinin ise çalışmadığı tespit edilmiştir. Başka işlerde çalışan çocukların bir kısmı eğitim hayatlarına devam edememektedir. Çocuk işçilerin çalışma alanları; tarım, sanayi ve hizmet sektörü olarak sınıflandırılabilir. Çocuklar tarım sektöründe genellikle yaz döneminde hasat olunan ürünlerin işlerinde çalışmaktadırlar. Aileleri ile birlikte fındık tarımından başka, çay toplama, nohut, fasulye gibi ürünlerin bakımı vb. gibi işlerde (%54,55) uzun saatler çalıştırıldıklarını dile getirmişlerdir. Tarım sektörü dışında; karton topladıklarını (%4,55), garsonluk yaptıklarını (%4,55), tekstil üretimi yapan iş yerlerinde çalıştıklarını (%4,55) belirten çocukların olduğu da görülmektedir. Ailelerin çocukların çalışmalarına izin verme durumları incelendiğinde %93,9'unun ailesinin izin verdiği, %1,5'inin ailesinin izin vermediği belirlenmiştir. Küçük yaşta çalışma hayatına başlayan çocukların sürekli geçici işlerde çalışmalarından ve çalışma sürelerinin de belirsiz olmasından kaynaklı fiziksel olarak gelişmelerinin ve psikolojik durumlarının olumsuz etkilendiği düşünülmektedir. Çocuk işçiler çalışma ve barınma alanlarında psikolojik olarak farklı problemlerle karşılaşabilmektedir. Nitekim araştırma alanındaki çocuk

işçilere problemleri olup olmadığı sorulduğunda; %59,1'inin “çok uzun süre çalışıyorum ancak düşük ücret alıyorum”, %10,6'sının “yaptığımız işlerin bize uygun olmadığını düşünüyorum” ve %3'ünün ise “çalışırken kendimi güvende hissetmiyorum” cevabı verdiği görülmektedir. Çocukların %6,1'i bir problemi olmadığını %1,5'i ise aile ile problemlerinin olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma bulguları incelendiğinde, çocuk işçilerin uzun süre düşük ücretli çalışma durumlarını problem olarak gördükleri görülmektedir. Özellikle gezici tarım işçileri olarak kendilerini yerel işçilerle mukayese ettiklerinde bu durumun adaletsiz olduğunu düşünmektedirler ve dolayısıyla önemli bir problem olarak görmektedirler. Çocukların fındık tarımında yaptıkları işler incelendiğinde ise %81,8'inin fındık topladığı, %18,2'sinin çuval taşıdığı belirlenmiştir. Ayrıca bazıları fındık topladıktan sonra tarladan çıkarken çuval taşıdıklarını ve bu nedenle çok yorulduklarını ifade etmiştir. Çocukların fındık hasadında herhangi bir iş kazası geçirip geçirmediği önemli bir konu olarak düşünülmektedir. Çocukların %94,0'ü bu soruya hayır cevabı verirken, %3'ü evet cevabı vermiştir. İş kazası geçiren çocuk işçiler, arazinin eğimli olması nedeniyle yuvarlanıp ayaklarını incittiklerini, daldan fındık toplarken dalın çarpması nedeniyle yüzlerinin çizildiğini, örümcek veya arı sokma gibi durumları yaşadıklarını dile getirmişlerdir. İşten kaynaklı herhangi bir hastalık geçirme durumları incelendiğinde; çocuk işçilerin %3'ü çok sıcakta ve açık havada çalıştıkları için güneş çarpması geçirdiklerini ayrıca fındık çuvallarını taşıırken bel ağrısı yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Geri kalan çocuk işçiler ise fındık hasadında herhangi bir hastalık yaşamadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca çocukların %56,1'inin sağlık ocağına rahatlıkla ulaşabildiği, %37,9'unun ise sağlık ocağına rahat ve kolay bir şekilde ulaşamadığı belirlenmiştir.

Fındık hasadında çalışan çocuklar, haftalık çalışma sürelerinin havanın durumuna göre değiştiğini dile getirmekle beraber minimum 6 gün maksimum 7 gün çalışmaktadırlar. Günlük çalışma süreleri incelendiğinde ise çocukların ortalama 10,33 saat çalıştıkları görülmektedir. Maksimum çalıştıkları süre ise 12 saat olarak tespit edilmiştir. Çalışırken dinlenmelerini izin verilip verilmediği sorusuna ise %90,9'u dinlenebildiğini belirtmiştir. Geri kalan kısım ise, işverenlerin fındık toplama maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle aldıkları ücreti hak etmeleri için çalışırken izin vermediklerini ifade etmişlerdir. Dinlenen çocukların ise minimum 60, maksimum 120 dk ortalama ise 88 dk. dinlendikleri ortaya koyulmuştur.

Çocuk işçilerin barınma, kişisel ve beslenme ihtiyaçlarının karşılanma durumlarına ait bulgular Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Çocuk işçilerin barınma, kişisel ve beslenme ihtiyaçlarının karşılanma durumu

Table 5. Status of meeting the shelter, personal and nutritional needs of child workers

Kalınan Yer	n	Yüzde (%)	Uydukları yer	n	Yüzde (%)
Çadır	4	6,1	Koltuk	3	4,5
Ev	42	63,6	Yerde	59	89,4
Barınak	19	28,8	Diğer	4	6,1
Cevap yok	1	1,5	İçme suyu temin edilen yer	n	Yüzde (%)
Tuvalet ihtiyacının karşılandığı yer	n	Yüzde (%)	Çeşme	52	78,7
Bahçe	17	25,8	Şebeke suyu	7	10,6
Tuvalet	38	57,6	Tarladan bir yerden	1	1,6
Tuvalet – Bahçe	8	12,1	Cevap Yok	6	9,1
Cevap yok	3	4,5	Kalınan yerde sıcak su imkânı	n	Yüzde (%)
Çöplerin atıldığı yer	n	Yüzde (%)	Evet	28	42,4
Araziye	7	10,5	Hayır	36	54,5
Çöp kovasına	45	68,1	Cevap Yok	2	3,0
Çöpleri yakıyoruz	14	21,2	Yiyeceklerin Muhafaza edildiği yer	n	Yüzde (%)
Öğle yemeği kime ait	n	Yüzde (%)	Buzdolabı	32	49,9
İşverene	15	22,7	Saklama kabı	9	13,6
İşçiye	49	74,2	Sepet	2	3
Cevap Yok	2	3,0	Diğer	11	16,5
			Cevap Yok	12	17,0

Çizelge 5 incelendiğinde çocukların işçi olduğu sürelerde %63,6'sının işverenlerin vermiş oldukları evlerde kaldığı, %19'unun barınakta kaldığı ve %6,1'ininde çadırlarda kaldığı belirlenmiştir. Çocukların %89,4'ünün yerde uydukları belirlenmişken, bunun sebebinin işverenlerin verdikleri evlerin boş, eşyasız olması ve diğer bir neden olarak da kalınan yerde insan sayısının fazla olması sebebi ile kendilerine yatak düşmemesi olarak ifade etmişlerdir. Çocukların %4,5'i ise koltukta uyduğunu belirtmiştir. Benek ve Ökten (2011) yaptıkları çalışmada mevsimlik

işçilerin %78,4'ünün çadırlarda kaldığını bildirmiştir. Kaya ve Özgülner, (2015) mevsimlik çalışanların çoğunluğunun olumsuz şartlarda çadırlarda kaldığını bildirmiştir.

Çocukların %57,6'sı tuvalette, %25,8'i bahçede, %12,1'i tuvalet ve bahçede tuvalet ihtiyaçlarını gidermektedirler. Anket yapılan çocuklarla yapılan görüşmelerde kalınan ev uzak olduğundan fındık bahçesinde tuvalet ihtiyaçlarını giderdiklerini dile getirmişlerdir. Çalışmaya dâhil olan çocukların %78,7'si su ihtiyaçlarını bölgede çıkan kaynak sularının bir depo yapılarak eve ulaştırılması ile temin ettiklerini belirtmişlerdir. %10,6'sı şebeke suyundan temin ettiklerini, %1,6'sı tarladan çıkan kaynak suyunun her gün elle taşınması ile temin ettiklerini belirtmiştir. Çocukların %54,5'i sıcak su imkânlarının olmadığını, bahçeden geldiklerinde dışarıda ateş yakarak kazanlarda kaynayan suyla yıkanma, çamaşır ve bulaşık yıkama ihtiyaçlarını giderdiklerini belirtmişlerdir. Çocukların %42,4'ü ise sıcak su imkânlarının olduğunu belirtmiştir. Anket yapılan çocukların %68,1'i çöplerini, çöp kovasına attıklarını belirtmişlerdir. %21,2'si çöplerini yaktıkları belirtmişlerdir. Neden yaktıkları sorulduğunda ise çöplerini atacak çöp kovaları olmadığı için böyle bir yöntem seçtiklerini söylemişlerdir. %10,5'i ise çöplerini araziye attıklarını belirtmişlerdir.

Çocuklara çalıştıkları sürede öğle yemeklerinin kime ait olduğu sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde çocukların %74,2'sinin yemeklerin işçiye, %22,7'sinin ise işverene ait olduğunu belirtmişlerdir. %3'ü ise bu soruya cevap vermemiştir. Ayrıca öğle yemeğini kendi yapan işçilere, işveren tarafından erzaklar getirilip, bu yemekleri hazırlayana ise günlük yevmiye verdiklerini belirtmişlerdir. Anket yapılan çocukların %49,9'u yiyeceklerini buzdolabında muhafaza ettiklerini, %13,6'sı saklama kaplarında muhafaza ettikleri cevabını vermiştir. Diğer cevabı verenler buzdolabı gibi imkânları olmadığından genelde çabuk bozulan yiyecekler yerine muhafazası daha kolay yiyecekler aldıklarını ve bunları yediklerini belirtmişlerdir. Kaya ve Özgülner (2015), yapmış oldukları çalışmalarında mevsimlik tarım işçilerinin yeterli oranda sebze, meyve ve protein tüketemediklerini, öğün atladıklarını ve uygun ortamda ve şartlarda saklanmayan besinleri tükettiklerini belirtmiştir.

Araştırmaya dâhil olan çocuk işçilerin çalışmalarından dolayı okul hayatlarının etkilenme ve gelecekte beklediklerine ait bulgular Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Çocukların okul hayatları hakkındaki düşünceleri ve gelecekte bekledikleri

Table 6. *Children's opinions about their school life and their expectations from the future*

Okul hayatının etkilenme durumu	n	Yüzde (%)
Etkilenmedi	27	40,9
Olumsuz etkilendi	15	22,7
Olumlu, derslerime çok çalışıyorum	3	4,5
Kararsızım	21	31,9
Gelecekte beklenenler	n	Yüzde (%)
Ailemle birlikte huzurlu yaşamak	5	7,5
Böyle giderse hiçbir beklentim yok	9	13,6
Çalışıp çok para kazanmak	8	12,12
Çok güzel umutlarım var	1	1,52
Ehliyet alıp araba sürmek	1	1,52
Ezilmemek, işçi olmamak	12	18,18
İktisat bölümü mezunu olmak	1	1,52
Meslek sahibi olmak	20	30,30
Okuluma devam etmek	6	9,09
Savaşın olmadığı, ayrımcılığın olmadığı, tartışmaları olmadığı bir hayat istiyorum ve en önemlisi sessiz sakin bir tahtalı evde ailem ile yaşamak istiyorum	1	1,52
Yapmış olduğum işten binlerce kişinin faydalanması	1	1,52
Yaptığım işten pek memnun değilim avukat olmak istiyorum. Aile kurup çocuklarım için iyi bir baba olmak istiyorum	1	1,52

Elde edilen bulgulara göre çocukların %40,9'u fındık hasat sezonunun yaz mevsiminde olduğu için eğitimlerini çok fazla etkilenmediğini belirtmişlerdir. %22,7'i ise hasat sezonunun bir kısmının okulların açıldığı zamana denk gelmesi yüzünden dersleri kaçırdıklarından olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir. %31,9'u ise bu konuda kararsız olduklarını belirtmişlerdir. %4,5'i ise olumlu etkilendi cevabını verirken hayatın zorluklarını bu çalıştığı sürede gördüklerini bundan dolayı derslere daha fazla çalışmaları gerektiğinin farkına vardıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca anket yapılan çocuk işçilere gelecekte ilgili beklentileri sorulduğunda, %30'u meslek sahibi olmak istediğini, %18'i

eziilmemeyi ve işçi olmak istemediğini, %12'si çalışıp çok para kazanmak istediğini, %13,6'sının ise hiçbir beklentisinin olmadığı belirlenmiştir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Araştırma bulguları ve saha gözlemlerine dayanarak fındık tarımında çocuk işçiliğini önleme ve ortadan kaldırma ile ilgili bazı öneriler bu bölümde yer almaktadır. Öncelikle Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası hukuki düzenlemeler ve ülkemizdeki ulusal hukuki düzenlemelerin etkin bir şekilde uygulandığında bu sorunun büyük oranda çözülmüş olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle yeni hukuki düzenlemeler yapmak yerine mevcut hukuki düzenlemelerin uygulanmaya konulması ve etkin bir denetimin yapılması için adımlar atılmalı ve bu düzenlemelere uyulmaması halinde caydırıcı boyutta yaptırımlar uygulanması kaçınılmaz olmalıdır. Uygulanması gereken cezai yaptırımlar net bir şekilde belirlenmeli ve kamu spotları vasıtasıyla halk bu konuda bilgilendirilmelidir.

Fındık tarımının Ağustos ayına denk gelmesi ve bu dönemde çocukların tatil dönemi olması sebebi ile tatildeki çocuklar zor şartlarda çalışarak aile bütçelerine katkı sağlamaktadır. Fındık toplamaya gelen çocuk işçiler genellikle güneydoğu bölgesinden gelmektedir. Bunu göz önünde bulundurarak güneydoğu bölgesinden gelen çocuk işçilerin zanaatkar esnafların yanına (berber, marangoz, vs.) veya aileler mevsimlik işçi olarak göç etmek zorundaysa, yatılı çıraklık okullarına verilerek hem kendi eğitimleri hem de üretime katılmaları sağlanabilir. Bu durum İŞKUR aracılığıyla yürütülebilir ve çalışan çocukların sigortalanması ve işverenin sigorta primlerinde de indirim sağlanmasıyla işveren ve çalışacak çocuk için yeni bir fırsat sağlanabilir. Ayrıca mevsimlik tarım işçilerinin ikamet ettiği yerlerde istihdamı sağlanarak, ailelerin düzenli gelir sağlayacak iş kollarında çalışması, böylece çocukların da bu mevsimlik işçi göçünden kurtulması sağlanabilir. Ailelerin çocuk işçiliği konusunda hassasiyetle eğitilmesi ve göç zamanları denetlenmesiyle çocuk işçilerin olumsuz durumlarla karşılaşmasının en aza indirilmesi mümkün olabilir.

Mevsimlik işçi çalıştıran tarımsal faaliyet alanları için de bunun bir ihtiyaç olduğu göz ardı edilmemelidir. İki tarafı içine alan bir yaklaşım açısından, işçilerin ve ailelerinin geçici mevsimlik tarım işçiliği yaptıkları süreyi, asgari sağlıklı yaşam standartlarının oluşturulduğu koşullarda geçirebilmeleri sağlanmalıdır. Bu yaklaşım, birden fazla paydaşın sorumluluk üstlenmesini gerektirmektedir. Fındık gibi önemli ve her yıl belirli dönem dışardan işçilik gerektiren ürünlerde çalışan mevsimlik işçiler için, süreklilik kazanmış sağlıklı barınma, eğitim, güvenlik olanakları için yapılacak yatırımlar, gerektirdiği maliyet ve emeği karşılar değerinde olacaktır.

Sonuç olarak çocukken mevsimlik tarım göçüne katılarak tarım işçisi olarak çalışmak, çocukları eğitim, sağlık, psikolojik gibi birçok açıdan olumsuzluklarla karşı karşıya bırakmakta ve gelişimlerini olumsuz yönde etkilemektedir bu da çocukların kaliteli yaşam hakkına engel olmakta hatta gelecek neslin hayatına da gölge düşürmektedir. Çocukların, diğer iyi eğitim almış ve kaliteli çocukluk geçiren akranları gibi çocukluk dönemlerini geçirmeleri her çocuğun hakkıdır. Fakat genellikle yoksulluk nedeniyle çocuklar bu haklarından yoksun bırakılmaktadır. Çocukların bu hakkının gözetilmesinde elbette ailenin rolü büyüktür ancak aileler yoksulluktan dolayı çocuklarını çalıştırmak zorunda kalmaktadır. Yoksulluk nedeniyle zorunlu çalıştırma dışında bazı aileler çocuklarını çalıştırmayı bir ev geçindirme yolu olarak görmektedirler, ailelerin bu algısının kırılmasında eğitimin rolü büyüktür. Ülke politikaları geliştirilirken tüm bunlar göz önünde bulundurulmalı, çocukların temel haklarının korunmasını garanti eden düzenlemeler getirilmelidir. Eğer doğru kararlar alınır ve etkili bir şekilde uygulanır ise çocuk işçiliği ile mücadelede önemli adımlar atılmış olacaktır.

#### Teşekkür

Araştırmayı desteklemeye değer bulan TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programına teşekkür ederiz. Ayrıca sorularımıza içtenlikle ve sabırla cevap veren çocuk işçilere ve zamanını ayıran işverenlerine çok teşekkürler.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

#### Kaynaklar



- Anonim, 2019a. Fındık Raporu 2018 [çevrimiçi]. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, [http://www.zmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=30070&sube=0](http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30070&sube=0) (Erişim tarihi: 21.09.2019).  
 Anonim, 2019b. 2018 Yılı Fındık Raporu [çevrimiçi]. Ticaret Bakanlığı Esnaf, Sanatkarlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü,

- <https://esnafkoop.ticaret.gov.tr/data/5d44168e13b876433065544f/5c41e34d540794faaa011bdfa3466ff3.pdf> (Erişim tarihi: 12.01.2020).
- Benek, S., Ökten Ş., 2011. Mevsimlik tarım işçilerinin yaşam koşullarına ilişkin bir araştırma: Hilvan ilçesi (Şanlıurfa) örneği. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 10(2): 653-676.
- Boybek, S., 2009. Sosyal yardım uygulamaları ve çocuk işçiliği arasındaki ilişki: Keçiören örneği. Uzmanlık tezi, T.C. Başbakanlık Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Genel Müdürlüğü, Ankara, 144 s.
- Davran, M. K., Sevinç, M. R., Seçer, A., 2014. Türkiye’de mevsimlik tarım işçisi çocuklar. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 3-5 Eylül 2014., Erol Yayıncılık, Cilt 3, 1184-1192. Samsun, Türkiye.
- Gülcan, M.G., 2017. Çocuk işçiliği ve eğitim-öğretmen el kitabı. T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Genel Yayın No:72.
- ILO, 2017. Global Estimates of Child Labour-Results and Trends: 2012-2016, ILO, Cenevre
- İlik, B. Türkmen, Z., 1994. Çocuk işçiliğinin temel nedenlerinden birisi olan iç göç araştırma projesi dokümanı, ILO Yayınları, Ankara.
- Karaman, K., YILMAZ, A.S., 2011. Mevsimlik tarım işçileri ve enformel ilişkiler ağı: Giresun’da çalışan mevsimlik tarım işçileri üzerine bir araştırma. *Zeitschrift für die Welt der Türken/Journal of World of Turks*, 3(1): 211-226.
- Kaya, M., Özgülnar, N., 2015. Mevsimlik (gezici/geçici) tarım işçilerinin iki yerleşim birimindeki yaşam koşulları ve sağlık durumlarına niteliksel bakış. *Türkiye Halk Sağlığı Dergisi*, 13(2): 115-126.
- Lordoğlu, K., Etiler, N., 2014. Batı Karadeniz bölgesinde mevsimlik gezici tarım işçiliğinde çalışan çocuklar üzerine sınırlı bir araştırma. *Çalışma ve toplum*. 41(2): 115-134.
- Resmi Gazete, 2005. Çocuk Koruma Kanunu. Resmi Gazete Tarihi: 15.07.2005, Resmi Gazete Sayısı: 25876.
- TÜİK, 2020. Çocuk işgücü anketi sonuçları- 2019. [çevrimiçi], <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33807> (Erişim tarihi: 16.05.2020).
- Uysal, M., Sayılan, F., Yıldız, A., Türk, E., Türkmen, N., Korkmaz, N., 2016. Mevsimlik tarım işçilerinin çocuklarının temel eğitim sorunları. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 49 (1): 183-201.
- Yılmaz, M. 2017. Giresun ili fındık işletmelerinde çocuk işçiliği. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.911128

Effects of seed sowing methods on emergence and seedling growth of some  
*Rhododendron* species

 Tuğba Yücel Yazıcı<sup>a</sup>,  Bahadır ALTUN<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Kırşehir Ahi Evran University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, 40200 Kırşehir-Turkey

<sup>b</sup> Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 40200 Kırşehir-Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: bahaltun@gmail.com

Geliş/Received 14/06//2021

Kabul/Accepted 04/08/2021

**ABSTRACT**

This study was conducted to determine the effects of different seed sowing methods on emergence rate, densities of seedling emergence and seedling growth of five *Rhododendron* species (*R. ponticum* L., *R. luteum* Sweet, *R. caucasicum* Pallas, *R. simirnowii* Trautv and *R. ungeronii* Trautv). Four different sowing methods were tested, manual sowing in a row (control), mixing with plant agar, mixing with Murashige and Skoog Basal medium (MS) and mixing with stream sand. The highest seed emergence rates were obtained by manual sowing in a row (control) with *R. ponticum* species (76 %) followed by *R. luteum* (66.6 %), *R. smirnowii* (55.33 %), *R. ungeronii* (24 %) and *R. caucasicum* (15.33 %), respectively. Similarly, the values closest to ideal seed distribution for homogenous seedling density were obtained by hand-sowing in row method. The highest seedling height was obtained in MS medium with *R. ponticum* (2.11 cm), followed by *R. luteum* (3.08 cm), *R. smirnowii* (4.07 cm), and *R. ungeronii* (1.39 cm), while the effect of the seeding method on seedling growth of *R. caucasicum* species was not significant. To conclude, the best homogeneous distribution of seedling emergence densities of *Rhododendron* species was obtained by a controlled manual seeding method. However, the seed sowing with MS mixing increased significantly seedling growth in all *Rhododendron* species.

Keywords:

*Rhododendron*  
Seed  
Sowing medium  
MS  
Agar  
Sand

Farklı tohum ekim yöntemlerinin orman gülü (*Rhododendron* ssp.) tohumlarının çıkışları ve fide gelişimi üzerine etkileri

**ÖZET**

Bu araştırma, orman gülü türlerinin (*Rhododendron ponticum* L., *R. luteum* Sweet, *R. caucasicum* Pallas, *R. simirnowii* Trautv ve *R. ungeronii* Trautv) tohumlarına uygulanan farklı tohum ekim yöntemlerinin çıkış süresi, fide çıkış sıklıkları ve bitki büyümesine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Ekim yöntemi olarak, elle sıraya ekme (kontrol), plant agar ile karıştırma, MS ile karıştırma ve dere kumu ile karıştırma olmak üzere dört farklı tohum ekim yöntemi denenmiştir. Araştırmamız sonucunda, en yüksek tohum çıkışı oranları *R. ponticum* türünde % 76, *R. luteum* % 66.6, *R. smirnowii* % 55.33, *R. ungeronii* % 24 ve *R. caucasicum* % 15.33 olarak elle sıraya ekme (kontrol) uygulamasından elde edilmiştir. Benzer şekilde, homojen fide sıklığı bakımından da ideal tohum dağılımına en yakın değerler elle sıraya ekme yönteminden elde edilmiştir. Fide boylarında en iyi sonuç *R. ponticum* (2.11 cm), *R. luteum* (3.08 cm), *R. smirnowii* (4.07 cm), *R. ungeronii* (1.39 cm) türlerinde MS ortamından alınmışken, *R. caucasicum* türünde tohum ekim yönteminin fide gelişimi üzerine etkisi olmamıştır. Sonuç olarak orman gülü türlerinin generatif yöntemle çoğaltılmasında fide çıkış sıklıklarının homejen dağılımı için elle kontrollü ekim yönteminin en iyi sonucu verdiği halde, MS ile karıştırarak yapılan tohum ekim yönteminin tüm *Rhododendron* türlerinde fide gelişimini dikkat çekici bir oranda arttırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

*Rhododendron*  
Tohum  
Ekim ortamı  
MS  
Agar  
Kum



## 1. Introduction

*Rhododendron* contains quite different sizes and shapes including low height ground cover to medium-sized shrub or tree. Some cultivars form a rounded habitat, while others may be in the form of an open shrub or an upright growing tree (Cullen, 2005; Shen et al., 2015; Francon et al., 2017; Li et al., 2018). Some species are deciduous, while others are evergreen. *Rhododendron* species have a wide range of use due to their unique characteristics. These plants can be used as an accent plant, especially in outdoor landscape planning, as border plants alone or along with other shrubs, and tall ones as curtain plants. Natural and cultivated *Rhododendron* species, and cultivars obtained by various breeding methods decorate the gardens in many countries with their showy flowers (Hay et al., 2006; Weia et al., 2018).

*Rhododendron* taxa, a precious ornamental plant, can be reproduced by generative or vegetative methods similar to many other cultivated plants. *Rhododendron* taxa in nature, which have high germination ability and produce many seeds depending on the species, are produced with their seeds and underground stems. The seedlings can be propagated using modern techniques such as cutting, grafting, layering methods and tissue culture (Altun, 2011; Elmongy et al., 2018).

Cross-pollination occurs in *Rhododendron* due to its hermaphrodite flower structure. Pollination is generally done by bees. However, recent reports indicated that some insects, birds and squirrel breeds are also effective in pollination (Georgian et al., 2015). Therefore, intermediate species and their hybrid individuals and pure species can be encountered in the natural flora (Milne et al., 1999; Altun and Çelik, 2016; Zhang et al., 2017). Reproduction with seed, easy and natural method, is a suitable method to obtain new hybrid plants in breeding studies or obtain rootstocks in grafting studies.

The fruit of *Rhododendron* is a septicite capsule (Yıldız and Aktoklu, 2010). The quite small seeds in the fruits can be broad-winged, narrow-winged or without wings. The average 1000-seed weight of *Rhododendron* species in Turkey was reported between 0.142 g and 0.067 g (Altun, 2011). The seeds do not need any chilling requirements due to the higher germination and emergence rates, depending upon species (Ryabova and Zueva, 1993; Sakharova, 1993; Arocha et al., 1999; Glenn et al., 1999; Basnet, 2005; Vologdina, 2006; Altun, 2011). Seeds need light to germinate (Vologdina, 2006); therefore, seeds must be sown superficially during planting and not be covered.

The main problems in generative reproduction of small seed plants are irregular emergence, seed losses during planting and seedling losses in transplanting. *Rhododendron*, which has very small seeds, cannot be planted homogeneously in seed reproduction and a homogeneous emergence cannot be obtained in seedling emergence. Seedling losses occur in very dense seedlings during transplanting. The classical manual spreading method is used to sow *Rhododendron* seeds despite mixing the seeds with various materials such as sand or sawdust to minimize the losses in many plant species with small seeds and obtain a homogeneous emergence. The effects of many factors such as photoperiod (Li et al., 2012; Chen and Sheng, 2017), different mediums, temperatures, seeding depths (Vologdina, 2006; Jin et al., 2007), seed sowing times (Tewari and Tewari, 2019), various stress factors (Chang et al., 2015; Pan et al., 2018), pre-treatments (Vipasha and Kaler, 2018), and seed preservation temperatures and durations (Juan et al., 2014) were investigated on the germination and emergence of *Rhododendron* seeds. However, the studies conducted to determine the effects of different seed sowing methods on the emergence rates and seedling emergence homogeneity of *Rhododendron* seeds are lacking in the literature. In the current study, different alternative seed sowing methods were tested in *Rhododendron* reproduction. This study was conducted to investigate the effects of different sowing methods on seed emergence rate, homogeneity of the interrow and intra row seedling distances and seedling growth of five natural *Rhododendron* species collected from the Black Sea Region of Turkey.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Plant material

The seeds of five *Rhododendron* species (*R. luteum* Sweet, *R. ponticum* L., *R. ungerii* Trautv, *R. simirnowii* Trautv, *R. caucasicum* Pallas), collected from natural distribution areas in Artvin province and district boundaries, were used as plant material of the experiment (Table 1).

Table 1. Information of the locations where *Rhododendron* seeds collected  
 Çizelge 1. *Rhododendron* tohumlarının alındıkları yerlere ait veriler

Species	Altitude	Coordinate	Location
<i>R. ponticum</i> L.	1652 m	41°08'914 K /41°46'205 D	Artvin
<i>R. luteum</i> Sweet	1671 m	41°10'424 K/ 42°18'943 D	Şavşat
<i>R. simirnowii</i> Trautv.	1982 m	40°14'743 K /41°35'699 D	Murgul
<i>R. ungerii</i> Trautv.	1249 m	41°18'870 K/ 41°53'495 D	Borçka
<i>R. caucasicum</i> Pallas	2289 m	41°43'450 K/ 42°28'376 D	Şavşat

### 2.2. Collection of seeds and preparation for the sowing

The seeds were pooled when the capsules ripened and turned brown, before opening and dispersing the seeds, stored into dry pouch paper (Altun, 2011), and transported to the laboratory. The seed capsules were placed in the containers in air-dry room conditions at the laboratory and waited until the capsules were totally opened. The seeds were passed through a 0.850 mm mesh sieve to clean the materials, such as plant parts in the seeds that came from the opened capsules. The cleaned seeds were placed in dry glass jars for storage and kept at  $22 \pm 2$  °C under laboratory conditions until the emergence tests commenced.

### 2.3. Experimental design

Sterile acidic peat (pH=3.5-4.5) was used as a germination medium. Four different seed sowing methods were applied, namely control, Plant agar medium (Duchefa Biochemie), Murashige and Skoog Basal medium (MS) (Sigma) and mixing with stream sand. The classical manual sowing method was applied in the control treatment. The experiments were conducted in four climate chambers (75 x 65 x 60 cm) in the laboratory of the Horticulture Department of Agriculture Faculty in Kırşehir Ahi Evran University. The experimental design was randomized plots with three replications, and each consists of 50 seeds.

### 2.4. Seed sowing

The seeds were sown in foam containers (35 x 50 cm) placed in climate chambers. The foam containers were filled with sterile acidic peat for each treatment and a smooth surface was obtained by leveling the container surface. Peat was moistened by a hand sprayer and seeds were sown superficially by the methods mentioned above. The seeds were sown as 4 cm between species and 2 cm between replicates. The containers were slightly irrigated with a hand sprayer after sowing the seeds, and the containers were placed inside the climate chamber. The temperature and humidity values were recorded hourly from November 3, 2016 till December 28, 2016 and seed emergences were counted. The average temperature during emerging was 18.12 °C, and the average humidity was 64.58 %.

The seeds in the control group were placed on small papers and evenly distributed on the peat surface by slightly tapping them. In the sowing method with stream sand, 50 seeds were mixed with 5 cc of stream sand. This mixture was equally transferred to the peat surface over the V-shaped cardboard. In the MS medium (Murashige and Skoog, 1962) and Plant Agar (Sağlam, 2009) mixing method, 30 ml substrate was transferred into paper cups. The seeds were added into the paper cups and mixed until obtaining a homogeneous mixture. The nutrient medium + seed mixture was placed on aluminum foil as 30 cm thin strips then, transferred over the peat using aluminum foil.

### 2.5. Seed emergence trials

The seed emergence was controlled regularly every seven days from seed sowing (Hay et al., 2006). Emerging seeds were counted with a magnifying glass and the data were routinely recorded on the seed emergence sheet. Counting was continued until the number of emerged seeds became constant. The seed emergence rates were calculated in percent.

### 2.6. Determination of the planting methods effect on seedling density

The distance among seedlings was measured by a caliper and values were obtained after the seed emergence rate became constant. These values were noted on a graph paper and recorded. The seedling locations marked on graph paper were transferred to the computer and schematized using the AutoCAD software. The seedling emergence density was determined visually by comparing the ideal seedling emergence distribution with the seedling emergence schematized by the AutoCAD software.

### 2.7. Measuring of seedling height

Six months after the seed sowing seedlings were removed, the height (cm) of each seedling was measured using a ruler and average values were calculated.

### 2.8. Statistical analysis

SPSS 16.0 software was used for statistical analysis. Since the emergence rate values were calculated as percent, the data were normalized using the “ArcSin” transformation. The data obtained were subjected to one-way analysis of variance. The mean values for the treatments were compared by Duncan Multiple Comparison Test. The comparisons and letterings were carried out separately for the species. However, all results were compiled and presented in a single table.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Seed emergence rates

The first emergence was observed nine days after sowing in *R. luteum* and *R. caucasicum* species in the MS environment. The first emergence in the control group was observed 13 days after sowing in *R. ponticum* and *R. caucasicum* species. Similar to the control group, the first emergence in the plant agar group was observed 13 days after sowing in *R. luteum*, *R. caucasicum* and *R. ponticum*, while the first emergence in river sand was observed 18 days after sowing in *R. luteum* and *R. ponticum* species.

The effect of sowing methods on seed emergence of *R. ponticum* and *R. caucasicum* species was not statistically significant ( $p>0.05$ ), and the seed emergence rates were recorded as 42.66-76.00 and 8.66-15.33 %, respectively (Table 2). In contrast, the effects of sowing methods on seed emergence rates of *R. luteum*, *R. smirnowii* and *R. ungerii* species were statistically significant. The highest emergence rate (66.6 %) of *R. luteum* variety was obtained in the control method (Table 2). Agar (51.33 %) and MS (50.00 %) mediums were included in the same statistical group, while the lowest seed emergence rate (24.66 %) was obtained from the seeds sown by mixing with the stream sand. The highest emergence rate (55.33 %) of *R. smirnowii* seeds was obtained in the control method, followed by the MS medium with an emergence rate of 50.00 %. The stream sand (15.33 %) and agar (14.00 %) methods, which had lower emergence rates than those of control and MS methods, were statistically placed in the same group. The highest emergence rate (24.00 %) of *R. ungerii* seeds was obtained in the control method, and the emergence rates of other methods were relatively low compared to the control method.

Table 2. Effects of treatments on seed emergence rate

Çizelge 2. Uygulamaların tohum çıkış oranına etkisi

Species	Treatments				SEM	P values
	Control (%)	Sand (%)	Agar (%)	MS (%)		
<i>R. ponticum</i>	76.00	51.33	45.33	42.66	5.311	0.091
<i>R. luteum</i>	66.66 a**	24.66 c	51.33 b	50.00 b	4.938	0.001
<i>R. smirnowii</i>	55.33 a**	15.33 b	14.00 b	50.00 a	6.451	0.004
<i>R. ungerii</i>	24.00 a	12.66 b	10.66 b	10.66 b	2.061	0.029
<i>R. caucasicum</i>	15.33	8.66	13.33	14.66	1.424	0.382

\* The difference between the averages in the same line and starting with the same letter is statistically insignificant according to Duncan Multiple Comparison Test ( $P<0.05$ ).

The seed emergence rates may vary depending on many factors such as plant type, location of plant growth, time of seed collection and storage conditions. The highest seed emergence rate in all *Rhododendron* species examined in this study was obtained by manual sowing (control) treatment. Vologdina (2006) reported that seeds of *Rhododendron dauricum* L., *R. mucronulatum* Turcz. and *R. sichotense* Pojark species collected from natural populations are light-sensitive and the emergence rate of all species varied between 73 and 90 %. The highest emergence rate in the control method can be explained by the higher light intensity in the seed bed under the control condition during the germination stage. The lowest seed emergence rate in *R. ponticum* species was obtained in the MS treatment, while in *R. luteum* and *R. caucasicum* species by mixing with stream sand treatment. The emergence rates of *R. fortunei* species in leaf rot + sawdust dust and leaf rot + algae mediums were 38.6 and 38.2 % respectively (Jin et al., 2007). The germination of *R. luteum* was reported as 71.0 % (Sakharova, 1993). The seed emergence rate using manual sowing in row method in winter months and under unheated greenhouse conditions was determined as 78.50 % in *R. ponticum*, 76.00 % in *R. luteum*, 64.75 % in *R. smirnowii*, 57.25 % in *R. ungerii*

and 55.50 % in *R. caucasicum* species (Altun and Çelik, 2016). The findings on seed emergence were in line with the findings of other researchers, while lower emergence rates were obtained in *R. ungeronii* and *R. caucasicum* species compared to the literature. The seed emergence rates may vary between species. Compared to previous reports, the lower emergence rates of both *Rhododendron* species may be related to the genetic characteristics of *Rhododendron* species and their seed qualities. The climate in the seed sampling period was rather extreme than usual, and the seed of many *Rhododendron* species was not sufficiently ripened before the winter (personal observation). Therefore, the two *Rhododendron* species' seeds in this study may have been harvested before reaching the generative maturity.

### 3.2. Effect of seed sowing methods on seedling density

There were differences between the number of seed emergences in the replications of *Rhododendron* species used. Some of the seeds sown in the replicates did not emerge. Therefore, the emergence rate could not be statistically compared with the ideal emergence density. However, the data were transferred to the digital environment to enable a visual comparison and presented with the ideal seed distribution (ISD). The ideal seed distribution expected was shown schematically next to each treatment container and the emerging seed comparisons were made accordingly.

The seedling emergence locations in the control method transferred to the Autocad software were visually compared to determine the closest seed distribution to the ideal seed distribution (Figure 1). The closest result to the ideal seed distribution in the control group occurred in *R. ponticum* and *R. luteum*. The *R. simirnowii* was the third variety, while the least similar seed distribution was obtained in *R. caucasicum* and *R. ungeronii* species. The best seed emergence distribution pattern in mixing with river sand method was obtained in *R. ponticum* species, followed by *R. luteum*, *R. ungeronii*, *R. simirnowii* and *R. caucasicum* species, respectively (Figure 2).

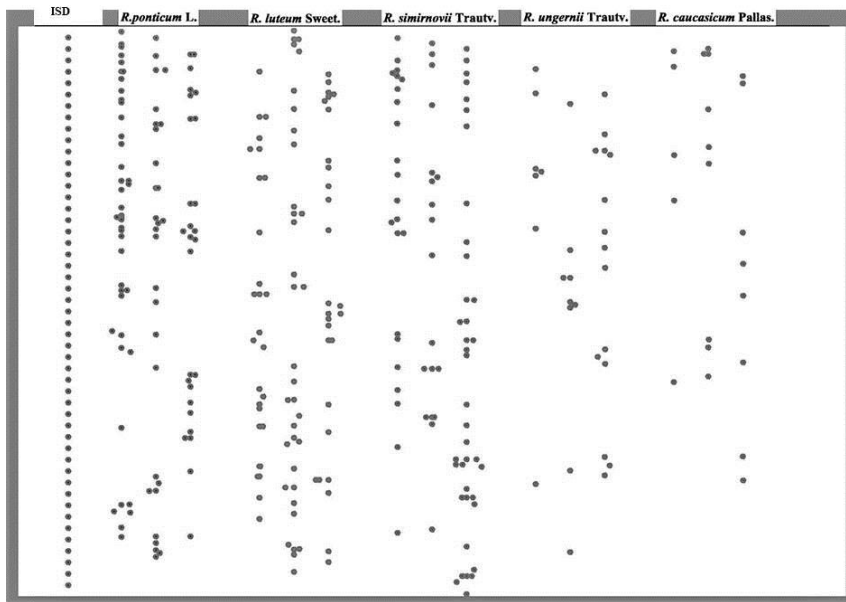


Figure 1. Seed emergence distributions in control method (sowing with manual spreading to the lines).  
Şekil 1. Kontrol (Elle Straya Serpme Ekim) uygulaması tohum çıkış dağılımları.

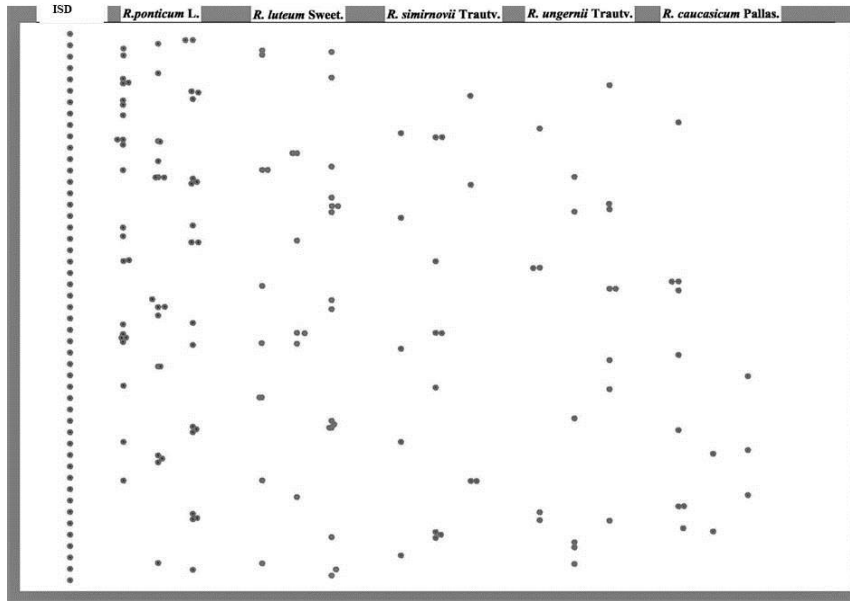


Figure 2. Distributions of seed emergence in the mixing with stream sand (banksand) method.  
Şekil 2. Dere kumu ile karıştırılarak ekim uygulaması tohum çıkış dağılımları.

The closest seed emergence distribution in the MS group to the ideal distribution was determined in *R. luteum* species, and followed by *R. ponticum* and *R. simirnovii* species. The seed emergence distribution of *R. caucasicum* was quite far from the ideal distribution.

The seed emergence distribution of *R. ungerii* was determined as the least similar distribution to the ideal distribution (Figure 3). The best seed emergence distribution in the agar medium was found in the *R. luteum* variety, followed by the *R. ponticum*. The species far from the ideal distribution were determined as *R. caucasicum*, *R. ungerii* and *R. simirnovii* (Figure 4).

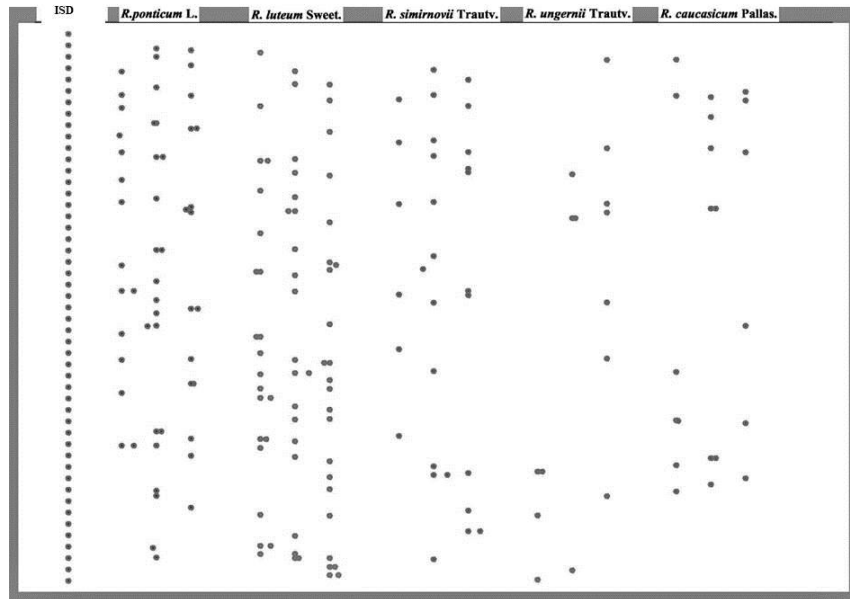


Figure 3. Distribution of seed emergence in the MS method.  
Şekil 3. MS uygulaması tohum çıkış dağılımları.

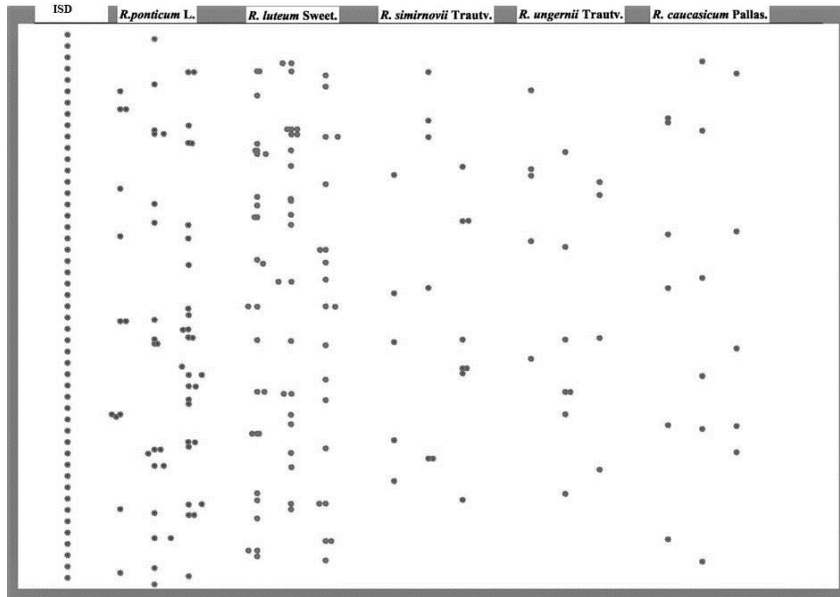


Figure 4. Distribution of seed emergence in the agar treatment.

Şekil 4. Agar ile karıştırılarak ekim uygulaması tohum çıkışlarının dağılımları.

In this study, a new technique, which is not available in the literature, was introduced to compare the seedling density. In this technique, the measured seedling distances were transferred into the AutoCAD software. The seedling density of the ideal distribution for each variety was compared with the AutoCAD images. The examination of the image indicated that the most density in seedling emergence occurred in the control method. The finding may be related directly to the amount of light received by the seeds. For example, some seeds mixing with river sand treatment probably could not receive sufficient light due to the cover of sand grains and therefore could not germinate. The seed emergences in plant agar and MS mediums were higher than the stream sand, but the seedlings were sparsely located and even there were some clusters of seedlings. Plant Agar and MS mediums were prepared hot; therefore, both have to be cooled for seed sowing. Cooling mediums, on the other hand, turn into a solid gel consistency, which may be broken down by mixing. The seeds were added into both media by thoroughly mixing before entirely solidify to obtain a homogeneous seed distribution. The viability of seeds may have been impaired in hot mediums used, and thus the seed emergence may have been influenced and caused sparse seed emergences. Clustering may indicate an incomplete mixture, or the mixture may have carelessly transferred into the germination medium and not homogeneously mixed. Since seedlings covered a large part of the germination area, the seedling distribution pattern in the control application which had the highest number of seed emergence was credited as the closest sowing method to the ideal seed distribution.

### 3.3. Effects of sowing methods on seedling height

The effects of seed sowing methods on seedling heights of *R. ponticum*, *R. luteum* and *R. smirnovii* species were statistically very significant ( $p < 0.01$ ) (Table 3). In contrast, the effect of treatments on *R. ungerii* and *R. caucasicum* species' seedlings was not statistically significant ( $p > 0.05$ ).

Table 3. Effect of treatments on seedling heights

Çizelge 3. Uygulamaların fide boylarına etkisi

Species	Methods				SEM	P values
	Control	Sand	Agar	MS		
<i>R. ponticum</i>	1.02 b*	1.17 b	0.89 c	2.11 a	0.147	0.00
<i>R. luteum</i>	1.44 b*	1.48 b	1.49 b	3.08 a	0.213	0.00
<i>R. smirnovii</i>	1.07 b*	0.98 b	0.95 b	4.07 a	0.409	0.00
<i>R. ungerii</i>	1.00	0.62	0.93	1.39	0.120	0.14
<i>R. caucasicum</i>	1.08	0.80	1.69	1.43	0.141	0.10

\*The difference between the averages in the same line and starting with the same letter is statistically insignificant according to Duncan Multiple Comparison Test ( $P < 0.05$ ).

The best seedling growth (mean seedling height of 2.11 cm) in *R. ponticum* species was obtained in seeds sown by mixing with MS medium. The mean height of seedlings obtained from seeds sown in control and stream sand treatments, included in the same statistical group, was measured as 1.02 and 1.17 cm, respectively. The lowest effect on the seedling length was recorded in the plant agar medium and the mean seedling height was 0.89 cm.

Similarly, the better seedling heights in *R. luteum* (Figure 5) and *R. smirnowii* species were obtained in MS medium with 3.08 cm and 4.07 cm, respectively. Control (1.44 cm), stream sand (1.48 cm), and plant agar (1.49 cm) methods were statistically in the same group. Similarly, all methods in the *R. smirnowii* species, except for the MS medium, were statistically in the same group. The plant heights obtained from *R. smirnowii* were 1.07, 0.98 and 0.95 cm for control, stream sand and plant agar methods, respectively.

Different seed sowing methods did not have a significant effect ( $p>0.05$ ) on seedling growth of *R. ungeronii* and *R. caucasicum* species (Table 3). The seedling height of *R. ungeronii* ranged from 0.62 to 1.39 cm, while the seedling height of *R. caucasicum* was between 0.80 cm and 1.69 cm. However, the highest seedling (1.39 cm) in *R. ungeronii* was obtained in the MS medium.

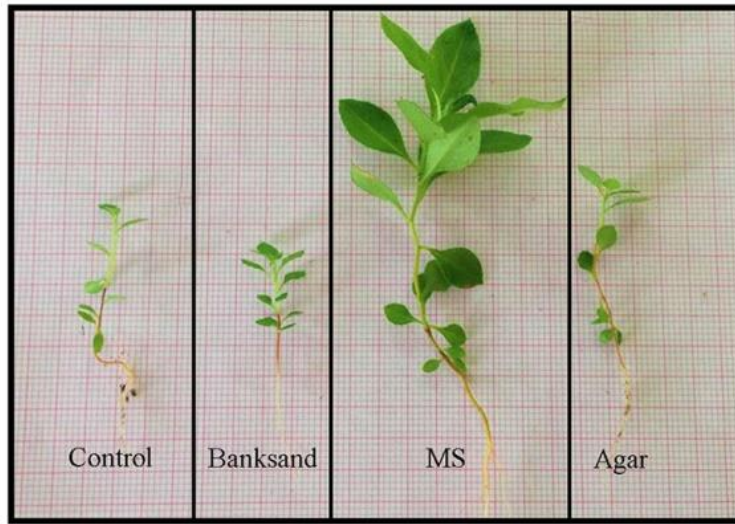


Figure 5. Effects of sowing mediums on plant heights of *R. luteum*.

Şekil 5. Ekim ortamlarının *R. luteum*'un fide boylarına etkisi.

The results revealed that different seed sowing methods did not affect the seedling growth of *R. ungeronii* and *R. caucasicum*. Conversely, the best outcomes in *R. ponticum*, *R. luteum* and *R. smirnowii* species were obtained by applying MS medium. Investigating the effects of various physical and chemical factors and plant growth regulators to increase the uniform seed germination, Tiwari and Chauhan (2007) found that only a few among plant growth regulators and chemicals on seed germination were significant compared to the control. The maximum seed germination was reported in *R. maddenii* and *R. niveum* using 250  $\mu\text{M}$  GA3 added MS medium. Parmar et al. (2015) investigated *in vitro* seed germination and seedling growth of *Coelogyne flaccida* Lindl., an orchid species. They reported that the MS medium enriched with 0.5  $\text{mg L}^{-1}$  BAP and 0.5  $\text{mg L}^{-1}$  NAA was optimal for the growth of the whole seedlings. The highest germination percentage (60.25 %) was obtained in garden soil + sand + barn manure (1:1:1) medium at a study conducted to reproduce Sand Lily (*Pancreatum maritimum* L.) using seeds under *in vitro* and *in vivo* conditions (Kanmaz, 2013).

The findings on the very significant effect of mediums on the growth of *Rhododendron* seedlings are similar to those of mentioned above studies. Nutrient-enriched growing medias are ideal for the emergence and rapid growth of *Rhododendron* seedlings. Considering the prolonged growth of rhododendrons, the results of this study indicating the increase of two times larger seedlings than control, are very important in terms of cultivation.

#### 4. Result

The data obtained in this study show that manual sowing was the best method to obtain a more homogeneous distribution between the interrow and intra row distances in the generative reproduction of *Rhododendron* species. However, sowing by mixing with the MS medium gave much better results for seedling growth than the classical method. It increased the seedling growth of all *Rhododendron* species investigated almost two folds compared to other applications. Accelerating the seedling growth is a significant benefit considering the *Rhododendron* species are very slow-growing plants. The present findings gave ideas to solve the problems experienced in the generative

reproduction of *Rhododendron* species. Future studies to be conducted to determine the factors affecting the decrease in seed emergence in sowing to the MS media, the causes for the disruption of homogeneity in the distribution of seedlings, and the solutions to eliminate the stated deficiencies will make an essential contribution to the literature.

## Acknowledgement

The seed materials of this study were obtained from a natural spreading location, under the concept of TUBİTAK Project with registered number 112O500. That is why the authors thank TUBİTAK for funding.

## References

- Altun, B., 2011. Collection and Cultivation of Turkey Rhododendrons. PhD Thesis. Ondokuzmayıs University Institute of Science, p.244. Samsun.
- Altun, B., Çelik, H., 2016. Determination Of Propagation Performance From Seeds In Rhododendron Species. VII International Scientific Agriculture Symposium, 889-894, October 06 – 09, Jahorina.
- Arocha, L.O., Blazich, F.A., Warren, S.L., Thetford, M., Berry, J.B., 1999. Seed germination of *Rhododendron chapmanii*: influence of light and temperature. *Journal of Environmental Horticulture*, 17(4):193-196.
- Basnet, D.B., 2005. Seed collection and cultivation of *Rhododendron arboreum* Smith. *Indian Journal of Forestry*, 28(3):239-242.
- Chang, L., Le, S.J., Qing, L.X., Si, H.L., Ping, C.S., Zheng, X., Fa, X.C., 2015. Effects of drought stress on seed germination and seedling physiological characteristics of *Rhododendron latoucheae*. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 35(7):1421-1427.
- Chen, L.L., Sheng, W.C., 2017. Influence of light intensity and photoperiod on the seed germination of four *Rhododendron* species in Taiwan. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 20(5): 253-259.
- Cullen, J., 2005. *Hardy Rhododendron Species A Guide to Identification*. Timber Press, Inc, p. 496.
- Elmongy, M.S., Zhoua, H., Caoa, Y., Liua, B., Xiaa, Y., 2018. The effect of humic acid on endogenous hormone levels and antioxidant enzyme activity during in vitro rooting of evergreen azalea. *Scientia Horticulturae*, 227, 234–243.
- Francon, L., Corona, C., Roussel, E., Saez, J.L., Stoffel, M., 2017. Warm summers and moderate winter precipitation boost *Rhododendron ferrugineum* L. growth in the Taillefer massif (French Alps). *Science of the Total Environment*, 586, 1020–1031.
- Georgian, E., Fang, Z., Emshwiller1, E., Pidgeon, A., 2015. The Pollination Ecology of *Rhododendron floccigerum* Franchet (Ericaceae) In Weixi, Yunnan Province, China. *Journal of Pollination Ecology*, 16(11):72-81.
- Glenn, C.T., Blazich, F.A., Warren, S.L., 1999. Secondary seed dormancy of *Rhododendron catawbiense* and *Rhododendron maximum*. *Journal of Environmental Horticulture*, 17(1):1-4.
- Hay, F., Klin, J., Probert, R., 2006. Can a post-harvest ripening treatment extend the longevity of *Rhododendron* L. seeds?. *Scientia Horticulturae*, 111: 80–83.
- Jin, P.F., Bian, C.M., Yang, W., Ke, J.M., 2007. Seed breeding and sapling transplantation of *Rhododendron fortunei* in Linhai. *Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology*, 27(2):34-36.
- Juan, Z.X., Ming, Z.Y., Man, L.J., Ming, Z.Y., Zhong, H.C., 2014. Effects of storage temperature and time on seed germination of *Rhododendron delavayi*. *Journal of Southwest Forestry University*, 34(5):59-63.
- Kanmaz, E., 2013. A study on propagation of sand lily (*Pancreatium maritimum* L.) by seed in vivo and in vitro conditions. Master Thesis. Adnan Menderes University Institute of Science, p. 79. Aydın.
- Li, Z.J., Wen, W.Y., Zhi, W.H., Zhou, Z.H., Yue, W.Y., 2012. Studies on seed germination of four species of Subgen. *Hymenanthes* (Blume) K. Koch (Ericaceae) in Yunnan. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 27(6) 875-881.
- Li, S., Sun, W., Ma., 2018. Does the giant tree *Rhododendron* need conservation priority?. *Global Ecology and Conservation*, 15, e00421.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*, 15:473-497.
- Milne, R. I., Abbott, J.R., Wolff, K., Chamberlain, D.F., 1999. Hybridization among Sympatric Species of *Rhododendron* (Ericaceae) In Turkey: Morphological and Molecular Evidence. *American Journal of Botany*, 86(12): 1776-1785.
- Pan, L., Min, G.X., Na, L., 2018. Effects of irradiation on *Rhododendron* seed germination and seedling growth under saline and alkaline stress. *Journal of Southern Agriculture*, 49(3): 516-524.
- Parmar, G., Pant, B., 2015. In vitro seed germination and seedling development of *Coelogyne flaccida* Lindl. (Orchidaceae). *Advances in Forestry Science*, 2(4): 85-88.



- Ryabova, N.V., Zueva, E.N., 1993. Propagation and growing of ornamental shrubs with small seeds. Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo Sada, 167:8-13.
- Sağlam S., 2009. Research on Obtaining Transgenic Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants Resistant to Seed Insects (Bruchidae: Coleoptera). PhD Thesis. Ankara University, p.108. Ankara.
- Sakharova, S.G., 1993. Laboratory germination of Rhododendron seeds. Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo Sada, 167:124-129.
- Shen, S.K., Wu, F.Q., Yang, G.S., Wang, Y.H., Sun, W.B., 2015. Seed germination and seedling emergence in the extremely endangered species Rhododendron protistum var.giganteum—the world's largest Rhododendron. Flora, 216:65–70.
- Tewari, B., Tewari, A., 2019. Capsule maturation timing in Rhododendron arboreum Smith in the Central Himalayan Region. Indian Journal of Ecology, 46(4):768-771.
- Tiwari, O.N., Chauhan, U.K., 2007. Seed germination studies in Rhododendron maddenii Hook. f. and Rhododendron niveum Hook. f. Indian Journal of Plant Physiology, 12(1):50-56.
- Vipasha Sanyam, Kaler, N.S., 2018. Pre-sowing seed treatment effect on germination behaviour of Rhododendron. Journal of Hill Agriculture, 9(2):244-246.
- Vologdina, O.S., 2006. Biology of Rhododendron dauricum, R. mucronulatum and R. sichotense (Ericaceae) seeds germination. Rastitel'nye Resursy, 42(2):55-60.
- Weia, X., Chenb, J., Zhangc, C., Wangd, Z., 2018. In vitro shoot culture of Rhododendron fortunei: An important plant for bioactive phytochemicals. Industrial Crops & Products, 126, 459–465.
- Yıldız, B., Aktoklu, E., 2010. Plant Systematics from the First Terrestrial Plant one dicotyledons. Palme Publishing, Ankara.
- Zhang, J.L., Ma, Y.P., Wu, Z.K., Dong, K., Zheng, S.L., Wang, Y.Y., 2017. Natural hybridization and introgression among sympatrically distributed Rhododendron species in Guizhou, China. Biochemical Systematics and Ecology, 70, 268-273.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.916699

## Ekmeklik buğdayda geliştirilen rekombinant kendilenmiş hat popülasyonunda kalite özellikleri için fenotipik ve genotipik değişim

● Nevzat Aydın<sup>a</sup>, ● Bedrettin Demir<sup>a</sup>, ● Tuğba Güleç<sup>b\*</sup>, ● Cemal Şermet<sup>c</sup>,  
● Hasan Orhan Bayramoğlu<sup>c</sup>, ● Abdulvahit Sayaslan<sup>d</sup>, ● Zeki Mut<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Karaman, Türkiye

<sup>b</sup> Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, TBMYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Karaman, Türkiye

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

<sup>d</sup> Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman, Türkiye

<sup>e</sup> Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye

\*Sorumlu yazar/: tuba.eserkaya@gmail.com

Geliş/Received /15/04/2021

Kabul/Accepted 01/07/2021

### ÖZET

Rekombinant kendilenmiş hat popülasyonları tarımsal araştırmalarda kullanılan önemli haritalama popülasyonlarıdır. Çalışmada, Tosunbey ve Tahirova-2000 çeşitleri melezlenerek 420 ve 362 adet hat bulunan resiprokal rekombinant kendilenmiş hat popülasyonu geliştirilmiştir. Popülasyonların geliştirilmesinde tek tohum soy yöntemi kullanılmıştır. F<sub>7</sub> generasyondaki homozigot hatlar, Samsun lokasyonunda Augumented deneme desenine göre 6 m<sup>2</sup> alanındaki parsellerde yetiştirilmiştir. Hatların Yüksek ve Düşük Molekül Ağırlıklı Glutenin Alt Üniteleri (YMA-GA ve DMA-GA) ile çavdar translokasyonu varlığı SDS-PAGE yöntemiyle belirlenmiştir. Tosunbey çeşidi YMA-GA için 1, 17+18, 5+10 alt ünitelerini ve DMA-GA için *GluA3b*, *GluB3b* ve *GluD3b* allellerini taşıırken, Tahirova-2000 çeşidi YMA-GA için 2\*, 7+9, 5+10 alt ünitelerini ve DMA-GA için *GluA3e*, *GluB3j* ve *GluD3b* allellerini ve *IBL.1RS* çavdar translokasyonu taşımaktadır. Denemede tane verimi, bitki boyu, başaklanma gün süresi gibi agronomik özellikler yanında protein içeriği, SDS sedimentasyon değeri, hektolitreye ağırlığı, bin tane ağırlığı, kül oranı ve L renk değeri saptanmıştır. Tosunbey × Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonlarında denemelerin ortalama tane verimi sırasıyla 399.5 kg da<sup>-1</sup> ve 328.9 kg da<sup>-1</sup>'dir. Popülasyonlarda bitki boyu ve başaklanma süresi için önemli seviyede transgresif açılım gözlenmiştir. Üç yüz yirmi dört hattın çavdar translokasyonu (*IBL.1RS*) taşıdığı ve çavdar translokasyonunun protein kalitesine etkisinin olumsuz olduğu saptanmıştır. *GluA3b* alleli taşıyan hatların SDS sedimentasyon değeri, *GluA3e* alleli taşıyanlara kıyasla daha yüksektir. Araştırma sonuçları popülasyonların ekmeklik buğdayda kalite ve kuraklık çalışmalarında kullanılabilecek elit materyale sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Ekmeklik buğday  
Rekombinant  
kendilenmiş hatlar  
YMA ve DMA  
glutenin  
Çavdar translokasyonu

### Phenotypic and genotypic variation for quality traits in the recombinant inbred line population developed in bread wheat

#### ABSTRACT

Recombinant inbred line (RILs) populations are substantial mapping populations used in agricultural research. In the study, a reciprocal recombinant inbred line population with 420 and 362 lines was developed by crossing Tosunbey and Tahirova-2000 varieties. The single-seed descent method was used to create the mapping populations. RILs in the F<sub>7</sub> generation were grown in plots in a 6 m<sup>2</sup> area according to the Augmented design in Samsun location. The presence of rye translocation and High and Low Molecular Weight Gluten Subunits (HMW-GS and LMW-GS) of the lines was determined by the SDS-PAGE method. Tosunbey variety has 1, 17+18, 5+10 subunits for YMA-GA and *GluA3b*, *GluB3b*, *GluD3b* alleles for LMW-GS, while Tahirova-2000 variety has 2\*, 7+9, 5+10 subunits for HMW-GS and *GluA3e*, *GluB3j*, *GluD3b* alleles for DMA-GA and *IBL.1RS* rye translocation. The data of grain

Keywords:  
Bread wheat  
RILs  
HMW-GS and LMW-GS  
Rye translocation

yield, plant height, and heading time were recorded as agronomic traits, while protein content, SDS sedimentation value, hectoliter weight, thousand-grain weight, ash ratio, and L color value as the quality traits. The average grain yield of Tosunbey × Tahirova-2000 and Tahirova-2000 × Tosunbey populations is 399.5 kgda<sup>-1</sup> and 328.9 kgda<sup>-1</sup>, respectively. Significant transgressive segregation was observed for plant height and heading time in the mapping populations. Three hundred twenty-four lines have rye translocation(*1BL.1RS*), and the effect of rye translocation on protein quality was negative. The SDS sedimentation value of the lines with the *GluA3b* allele is higher than those with the *GluA3e* allele. These results indicated that the populations have the elite lines for bread wheat quality and drought studies.

## 1. Giriş

Buğday, farklı ploidi seviyesinde türlere ve büyük bir genoma sahip olması yanında ekim ve kullanım alanının geniş olması nedeniyle yoğun ıslah araştırmalarının yapıldığı önemli bir kültür bitkisidir (Rabinovich, 1998; Reynolds ve ark., 2011). Ekonomik öneme sahip tarımsal özellikler için genotip × çevre etkileşiminin belirlenmesi, bu özellikleri kontrol eden genlerin moleküler olarak tespiti ve ıslah programları için elit materyallerin geliştirilmesi diğer bitkilerde olduğu gibi buğday ıslahında da önemli araştırma konularıdır (Poland ve ark., 2012; Reynolds ve ark., 2011). Rekombinant kendilenmiş hat popülasyonları homozigot bireylerde çalışma imkânı sağlaması ve geliştirilen hatlardaki yüksek rekombinasyon oranı gibi avantajlar nedeniyle ıslah programlarında kullanılan önemli haritalama popülasyonlarıdır (Hu ve ark., 2020). Haritalama popülasyonu olarak F<sub>2</sub> generasyonundaki hatlar, geriye melez döller ve double haploid popülasyonlar da kullanılmaktadır (Assanga ve ark., 2017). Son yıllarda moleküler çalışmaların hızlı artışı, haritalama popülasyonlarının kullanımı ve bu popülasyonlara olan ihtiyacı artırmıştır. Moleküler çalışmalar sonucunda ekonomik öneme sahip özelliklere ilişkin genotipik bilgilerin belirlenmesi yanında ön ıslah (Pre-breeding) çalışmaları kapsamında ıslah programlarına elit genotipler de kazandırılmaktadır.

Islah programlarının en önemli amaçlarından biri verim potansiyeli yüksek çeşitlerin geliştirilmesidir. Buğdayda tane verimi çok genle kontrol edilen ve çevreden önemli seviyede etkilenen bir özelliktir (Peterson ve ark., 1992). Birçok ülkede tane verimi bakımından hedef bölgeye uygun stratejinin belirlenmesinde; başaklanma süresi ve bitki boyu önemli rol oynamaktadır (Wilhelm ve ark., 2013). Bununla birlikte, Basavaraddi ve ark. (2021) başaklanma süresi ve bitki boyu arasındaki pleiotropik etkiye benzer özellikler dışında gelecekteki tahıl veriminin artırılabilmesi için yüksek performans bağlamında faydalı özelliklerin belirlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Başaklanma süresi, kuraklıktan kaçış veya ilkbaharda düşen yağışlardan daha etkin şekilde faydalanmak için, bitki boyu ise kuraklık geldiği anda bitkinin saplarında bulunan depo fotosentez ürün miktarının kısa boylu bitkilerden daha fazla olması nedeniyle kuraklık çalışmalarında büyük önem taşımakta ve seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır (Faheem ve ark., 2015; Dreisigacker ve ark., 2016).

Buğdayda kalite, kullanım amacına göre geniş bir anlam ifade etmektedir. Bu nedenle, buğdayda “kabul edilebilir son kullanım kalitesi” terimi oldukça anlamlıdır. Protein kalitesi, daha çok genetik olarak kontrol edilmekte olduğu ve protein kalitesi üzerine yetiştiriciliğin etkisinin daha az olduğu bildirilmiştir (Anonim, 1990; Peterson ve ark., 1992; Atlı, 1999). Özellikle yüksek tane verimi elde edilen ürünlerde protein oranının nispi oranının azalması nedeniyle protein oranı ve tane verimi arasındaki ilişki bazı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Cook, 1992; Costa ve Kronstad, 1994).

Buğdayda glutenin proteinleri, Yüksek Molekül Ağırlıklı (YMA) ve Düşük Molekül Ağırlıklı (DMA) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Hsia ve Anderson, 2001). Üç gen lokusu tarafından kontrol edilen YMA glutenin alt üniteleri grup 1 kromozomlarının (1AL, 1BL ve 1DL) uzun kolunda lokalize olmuştur ve lokuslar *Glu-1A*, *Glu-1B* ve *Glu-1D* olarak tanımlanmıştır (Payne ve ark., 1987).

YMA glutenin alt üniteleri buğdayın kalitesi ile yakından ilişkilidir. Payne (1987) her bir alt ünite için SDS sedimantasyon değerine göre bir kalite skoru belirlemiştir ve bu skor genellikle tutarlılık göstermektedir. Buğdayda sodium dodecyl sulfate (SDS) sedimantasyon test sonuçlarının %65-70 oranında YMA glutenin alt üniteleri ile açıklanabileceği ve bu iki ölçütün birlikte kullanılması ile ekmeklik olma kalitesi iyi çeşitlerin daha kolay seçilebileceği belirtilmiştir (Summers ve Payne, 1997). Buna göre, farklı lokuslarda yer alan 1, 17+18 ve 5+10 YMA glutenin alt üniteleri kalite bakımından en yüksek skorlara sahiptir. Bununla birlikte, Baenziger ve ark. (2001) düşük kalite genleri olarak bilinen 2+12 YMA glutenin alt ünitesi taşıyan ve kabul edilebilir kaliteye sahip çeşitler de geliştirmişlerdir. DMA glutenin alt üniteleri, YMA glutenin alt ünitelerine oranla daha az araştırılmıştır. Bunun nedeni, moleküler olarak tespitinin daha zor olması yanında gliadin proteinleriyle yakından bağlantılı olmasıdır (D’Ovidio ve Masci, 2004). Son yıllarda geliştirilen markörler ve SDS-PAGE yöntemindeki optimizasyon sonucu, DMA glutenin alt ünitelerinin kalite ve diğer agronomik özellikler üzerine etkisine ilişkin önemli araştırmalar yapılmıştır (Ram ve ark., 2011; Espi ve ark., 2014; Bonafede ve ark., 2015).

Çavdar translokasyonları, buğdayın stres şartlarına uyum yeteneği, hastalıklara dayanıklılık, verim potansiyeli ve adaptasyon yeteneğini artırmak amacıyla buğday ıslahında kullanılan önemli bir genetik kaynaktır (Graybosch, 2001; Ehdai ve ark., 2011). Literatürün büyük bir çoğunluğu çavdar translokasyonlarının agronomik performansı artırırken, buğday kalitesini olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur (Martin ve Stewart, 1990; Graybosch 2001; Lelleya ve ark., 2004; Moiraghi ve ark., 2013). Çavdar translokasyonu taşıyan genotiplerde kalitenin düşük olması genellikle *Glu-B3* lokusunda bulunan DMA glutenin alt ünitelerinin bulunmaması ve çavdardan transfer edilen *secalin* proteinini içermesindedir. Graybosch (2001), çavdar translokasyonu taşıyan genotiplerin kalite özelliklerini iyileştirmeyi hedefleyen popülasyonlar geliştirilirken ebeveynlerden birinin güçlü glutene sahip olması ve ideal YMA glutenin alt ünitelerini taşıması gerektiğini bildirmiştir.

Buğday yetiştiriciliğinde, özellikle nispi nem ve yağışın yüksek olduğu bölgelerde hem verimde hem kalitede önemli düşümlere yol açan hastalıklarının başında külleme (*Erysiphe graminis* sp. *tritici*) gelmektedir. Külleme, Karadeniz Bölgesi'nde her sene doğal şartlarda epidemi yapmaktadır. Türkiye'de ıslah programlarında bulunan buğday materyalinin büyük çoğunluğu külleme karşı hassastır. Bu duruma nispi nemin düşük olduğu bölgelerde hastalığın epidemi yapmamasının etkisi önemlidir. ıslah programlarında külleme karşı dayanıklılıkta genellikle ırk özellikli dayanıklılık (Race-specific resistance) kullanılmaktadır. Irk özellikli dayanıklılık küllemenin bazı izolatlarına dayanıklılık sağlarken, diğer bazı izolatlarına dayanıklılık sağlamamaktadır (Liu ve ark., 2001). Diğer bir dayanıklılık tipi ise olgun bitki dayanıklılığıdır (Adult plant resistance veya tarla dayanıklılığı) ve ırk özellikli dayanıklılığa oranla daha uzun süreli dayanıklılık sağlamaktadır.

Bu çalışmada, tek tohum soy yöntemi ile geliştirilen resiprokal kendilenmiş hat popülasyonunda hatların YMA ve DMA glutenin alt üniteleri ile çavdar translokasyonunun varlığı yanında bazı agronomik, kalite özellikleri ve hatların külleme dayanıklılıkları saptanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Rekombinant kendilenmiş hat popülasyonlarının geliştirilmesinde ebeveyn olarak Tosunbey ve Tahirova-2000 ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Tosunbey çeşidi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (Ankara), Tahirova-2000 çeşidi ise Mısır Araştırma Enstitüsü (Sakarya) tarafından geliştirilmiştir. Çeşitler genel olarak tane verim potansiyeli, başaklanma süresi, protein kalitesi, protein miktarı ve külleme hastalığına dayanıklılık bakımından farklılık göstermektedir. Ebeveyn çeşitlere ait bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Denemelerde araştırma enstitüsü tarafından geliştirilen Altındane çeşit adayı da kullanılmıştır. Altındane, yazlık karakterli olup, beyaz başaklı, beyaz daneli ve kılçıklı bir çeşittir. Başakları olgunlaşma sürecinde aşağı doğru eğilmektedir. Başaklanma gün sayısı bakımından orta erkenci grupta yer almaktadır. Optimum koşullarda 80-100 cm boya sahiptir. Pas hastalıklarına (Sarı pas, Kara pas ve Kahverengi pas) ve külleme karşı dayanıklıdır. Soğuk zararına ve başakta çimlenmeye orta hassas, yatmaya karşı dayanıklıdır.

### 2.1. Rekombinant kendilenmiş hatların geliştirilmesi

Rekombinant kendilenmiş hatların geliştirilmesinde tek tohum soy yöntemi (Single Seed Descent) kullanılmıştır (Brim, 1966). F<sub>2</sub> generasyonundan itibaren bütün generasyonlarda her bir bitkiden tesadüfi olarak bir tohum alınarak bir sonraki generasyon yetiştirilmiştir. Popülasyonlar, F<sub>6</sub> generasyonu da dahil olmak üzere serada yetiştirilmiştir. F<sub>6</sub> generasyonu tek başak sırası olarak toprak zeminli serada tek başak sıraları şeklinde yetiştirilmiş ve elde edilen tohumlar F<sub>7</sub> generasyonu olarak tarlada verimde nemesi ve hastalık okuma setlerinde kullanılmıştır. Sitoplazmik etkilerin araştırılabilmesi amacıyla melezlemeler resiprokal olarak yapılmıştır. Tosunbey × Tahirova-2000 melezinden 420 adet, Tahirova-2000 × Tosunbey melezinden 362 adet homozigot hat geliştirilmiştir.

### 2.2. Hastalık okuma setlerinin hazırlanması ve hastalık okumaları

Hastalık okumaları için hatlar ve ebeveyn (Kate-A1) tek sıra ve 2 tekerrürlü olarak Samsun lokasyonunda ekilmiştir. Hastalık gözlem bahçelerinde hastalık epidemi seviyesinin kontrolü amacıyla her 10 sırada 1 sıra külleme hassas olan Kate-A1 çeşidi yer almıştır. Ayrıca hastalık okuma setlerinde külleme dayanıklılık sağlayan *Pm21* genini taşıyan translokasyon hattı da yer almıştır (Yıldırım ve ark., 2004). Hatların külleme okumaları doğal epidemi şartlarında yapılmıştır. Külleme hastalık okumaları, Saari ve Prescott (1975) tarafından geliştirilen ve buğdayda yaprak hastalıklarının yoğunluğunun değerlendirildiği skalaya göre yapılmıştır. Ayrıca reaksiyon tipi hassas (S), orta hassas (MS), orta dayanıklı (MR) ve dayanıklı (R) şeklinde saptanmıştır (Roelfs ve ark., 1992).

Çizelge 1. Ebeveyn çeşitlerin bazı fenotipik ve genotipik özellikleri

Table 1. Some phenotypic and genotypic characteristics of parent cultivars

Özellikler	Tosunbey	Tahirova-2000
Verim potansiyeli (iyi çevrede) **	500-700 kg da <sup>-1</sup>	600-900 kg da <sup>-1</sup>
Bitki boyu**	95-100 cm	90-95 cm
Bodurluk genleri *	<i>Rht-D1a</i> (wild), <i>Rht 8</i> (192 bp)	<i>Rht-B1a</i> (wild), <i>Rht-D1a</i> (wild), <i>Rht 8</i> (192 bp)
Başaklanma gün sayısı**	121 gün	125 gün
Gelişme tabiatı	Alternatif	Yazlık
Vernalizasyon allelleri***	<i>Vrn-A1b</i> , <i>Vrn-B1</i> , <i>vrn-D1</i>	<i>Vrn-A1a</i> , <i>vrn-B1</i> , <i>Vrn-D1</i>
Tane rengi**	Beyaz	Beyaz
Unda protein oranı**	% 12-15	% 11-13
Unda SDS Sedimentasyon hacmi**	35 ml	19 ml
YMA Glutenin alt üniteleri**	1, 17+18, 5+10	2*, 7+9, 5+10
DMA Glutenin alt üniteleri**	<i>Glu A3b</i> , <i>Glu B3b</i> , <i>Glu D3b</i>	<i>Glu A3e</i> (null), <i>Glu B3j</i> , <i>Glu D3b</i>
Çavdar translokasyonu ***	Yok	Var ( <i>1BL.1RS</i> )
Tane sertliği**	Sert	Sert
Tane sertliği*	<i>Pina</i> ( <i>Pina-D1a</i> (-), <i>Pina-D1b</i> (-) <i>Pinb</i> ( <i>Pinb-D1a</i> (-), <i>Pinb-D1b</i> (+), <i>Pinb-D1 c</i> (-))	<i>Pina</i> ( <i>Pina-D1a</i> (-), <i>Pina-D1b</i> (-) <i>Pinb</i> ( <i>Pinb-D1a</i> (-), <i>Pinb-D1b</i> (+), <i>Pinb-D1 c</i> (-))
Hektolitre ağırlığı**	74.7-80.5 kg	78-82.5 kg
Bin tane ağırlığı**	26.2-34.7 g	34-40 g
Waxy gen allelleri**	<i>Wx-A1</i> (+), <i>Wx-D1</i> (+), <i>Wx-B1</i> (-)	<i>Wx-A1</i> (+), <i>Wx-D1</i> (+), <i>Wx-B1</i> (+)
Küllemeye dayanıklılık**	Hassas	Dayanıklılı

\* Özkan H. TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, 107O207

\*\* Aydın N. TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, 112O135

\*\*\* Güleç T. Doktora Tezi

### 2.3. Verim denemelerinin yürütülmesi

Resiprokal melezleme sonucu elde edilen iki farklı popülasyonda bulunan hatlar iki farklı deneme şeklinde Samsun ilindeki Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün araştırma arazilerinde (deniz seviyesinden yüksekliği 4 m, Lat.41°13' N Lon. 36°30' E) 2010-2011 yetiştirme sezonunda test edilmiştir. Agumented deneme desenine göre tekerrürsüz olarak kurulan denemeler de ebeveyn çeşitler ve araştırma enstitüsü tarafından geliştirilen Altındane çeşit adayı kullanılmıştır. Her bir blokta 20 hat ve 3 kontrol çeşit yer alacak şekilde deneme 6 metre uzunluğundaki parsellere sıra arası 20 cm ve 6 sıra olacak şekilde ve kontrol çeşitler her blokta yer alacak şekilde yapılmıştır. Denemeler, deneme mibzeriyle ekilmiş (Wintersteiger) ve parsel hasat-harman biçerdöveri (Hege 160) ile hasat edilmiştir. Hasatta parsel alanı 6 m<sup>2</sup> olacak şekilde planlanmıştır. Gübreleme, dekara 6 kg saf azot ekimle birlikte, 6 kg da<sup>-1</sup> sapa kalkma döneminde ve 3 kg da<sup>-1</sup> çiçeklenme döneminde olmak üzere toplam 15 kg saf azot şeklinde yapılmıştır.

### 2.4. İncelenen agronomik ve kalite özellikleri

Parselden elde edilen tane verimi dekara çevrilmiş ve tane verimi kg da<sup>-1</sup>olarak ifade edilmiştir. Bitki boyu, toprak yüzeyinden başaktaki son başakçığın ucuna kadar olan mesafe ölçülerek belirlenmiş ve değerler cm olarak ifade edilmiştir. Başaklanma süresi, 1 Ocak tarihinden itibaren parseldeki bitkilerin yaklaşık olarak % 50'si başaklanmaya kadar geçen süre gün sayısı olarak ifade edilmiştir (Tavella, 1978; Bohn ve ark., 1998). Hektolitre ağırlıkları, hektolitre kabı kullanılarak (AACC Metot 55-10) belirlenmiş ve kg olarak ifade edilmiştir. Her bir genotipten dört kez 100 adet tohum otomatik tohum sayma makinesi (Chopin-Numigral-I) ile sayılmış ve ortalaması alınıp 10 ile çarpılarak bin tane ağırlıkları gram olarak hesaplanmıştır. Tam buğday unlarının protein içerikleri Perten Inframatic 9500 cihazının (Perten Instruments, Sweden) un modülü kullanılarak belirlenmiş ve %14 nem içeriğine göre yüzde olarak ifade edilmiştir. Buğday unlarının kül oranı Perten Inframatic 9500 cihazının un modülü kullanılarak belirlenmiştir ve % olarak ifade edilmiştir. Buğday unlarının L renk değeri Perten Inframatic 9500 cihazının un modülü kullanılarak belirlenmiştir. Tam buğday unu örneklerinin protein kalitelerinin göstergesi olan

sodyum dodesil sülfat (SDS) sedimantasyon hacimleri Maghirang ve ark. (2006) ve Sayaslan ve ark. (2006) tarafından modifiye edilen AACC yöntemi (AACC Metot 56-70) takip edilerek ölçülmüştür.

### 2.5. İncelenen moleküler özellikler

#### 2.5.1. YMA ve DMA molekül ağırlıklı glutenin alt ünitelerinin belirlenmesi

Buğday genotiplerinin YMA ve DMA glutenin alt üniteleri, Masci ve ark. (2000) ve Gianibelli ve ark. (2002) tarafından tanımlanan ve Koyuncu (2009) tarafından modifiye edilen Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) yöntemine göre belirlenmiş ve Singh ve ark. (1991) tarafından belirtilen yönteme göre okunmuştur.

#### 2.5.2. Çavdar translokasyonunun belirlenmesi

Çavdar translokasyonunun belirlenmesinde YMA ve DMA glutenin alt ünitelerinin belirlendiği SDS-PAGE jeller kullanılmıştır. Bilindiği üzere *1BL.1RS* çavdar translokasyonu taşıyan genotiplerde 1B kromozomunun kısa kolunda çavdar translokasyonu bulunduğu için buğdaya ait YMA glutenin alt üniteleri bulunmamaktadır. Bu yüzden *Glu-B3* lokusu boştur ve jelde çavdara özel protein bantları yer almaktadır.

### 2.6. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistik analiz

Genotiplerin kalite ve agronomik özellikleri ile YMA ve DMA glutenin alt ünitelerinin kalite ve agronomik özellikleri üzerine etkileri JMP istatistik paket programında Agumented deneme desenine göre analiz edilmiştir (JMP 12.0.1).

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Hatların agronomik ve kalite özellikleri

Resiprokal popülasyonlar tane verimi bakımından karşılaştırıldığında Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunun yer aldığı denemenin ortalama tane veriminin ( $399.5 \text{ kg da}^{-1}$ ) Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunun yer aldığı denemenin ortalama tane veriminden ( $328.9 \text{ kg da}^{-1}$ ) daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 2 ve 3). Ayrıca, Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonda yer alan hatlar daha yüksek tane verimine sahip olmuş ve bu hatların, tane verimi  $106\text{-}636 \text{ kg da}^{-1}$  arasında değişmiştir (Çizelge 3). Hatlar arasındaki bu büyük verim farklılığının nedeninin büyük ihtimalle deneme yerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira, her ne kadar denemeler aynı ada içerisinde ve yan yana yer alsın bile deneme alanlarının çok geniş olması ( $40 \text{ m} \times 133 \text{ m}$ ) tane veriminde önemli farklılıkların nedeni olabilir. Birçok bitkide olduğu gibi buğdayda da tane verimi çevreden etkilenen, kalıtım derecesi düşük ve çok genle kontrol edilen bir özelliktir (Peterson ve ark., 1992). Ayrıca, tane verimi üzerine genotiplerin kalıtsal özelliklerinin etkisi de önemlidir (Major ve ark., 1992; Genç ve ark., 1993). Tane verimi hakkında daha ayrıntılı yorum yapabilmek için hatların farklı yıl ve lokasyonlarda yetiştirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte geliştirilen haritalama popülasyonundan seçilen 145 hattın yer aldığı ve sekiz farklı çevrede yürütülen denemelerin ortalama tane verimi yaklaşık dekara  $580 \text{ kg}^{\prime}$ dir (Veriler yayınlanmamıştır).

Resiprokal popülasyonların bitki boyu bakımından deneme ortalamaları benzerdir ( $102.5 \text{ cm}$  ve  $102.9 \text{ cm}$ ). Ortaya çıkan açılımda ebeveyn çeşitlerden kısa boylu olan bitkilerin oranı, her iki popülasyonda da (% 54 ve % 67) uzun boylu bitkilerin oranından (% 22 ve % 28) daha yüksektir (Çizelge 2 ve 3). Popülasyonlarda bu yönde bir transgresif açılımın görülmüş olması ıslah programları için önemlidir. Kısa boylu bitkiler genellikle yatmaya daha dayanıklı olabilmekte ve yüksek verim amacıyla daha yüksek oranlarda gübreleme yapılmasına fırsat vermektedir. Bazı araştırmacılar, kısa boylu çeşitlerin uzun boylu çeşitlerden daha verimli olduğunu bildirmişlerdir (McClung ve ark., 1986; Blade ve Baker, 1991). Kısa boylu genotipler  $\text{CO}_2$ 'den daha fazla yararlanabilmeleri nedeni ile daha yüksek verim potansiyeli sahip olabilmektedir (Fischer ve ark., 1981).

Popülasyonların yer aldığı denemelerin ortalama başaklanma gün sayısı 133 gündür (Çizelge 2 ve 3). Her iki popülasyonda da ebeveynlerden daha geç başaklanan hatların sayısı, daha erken başaklanan hatların sayısından fazladır. Bu durum bize transgresif açılımın geç başaklanma yönünde daha fazla gerçekleştiğini göstermektedir. Bu sonuçlar elde edilen popülasyonların başaklanma süresi bakımından oldukça geniş bir değişime sahip olduğunu göstermektedir. Buğdayda başaklanma süresi transgresif açılımın yoğun olarak görüldüğü özelliklerdendir.

Resiprokal popülasyonların ortalama SDS sedimantasyon değeri birbirine yakın olmakla birlikte, ekmeleklik kalitesi daha iyi olan Tosunbey çeşidinin ana olarak kullanıldığı popülasyonun ortalama değeri daha yüksektir (Çizelge 2 ve 3). Popülasyonlarda SDS sedimantasyon değeri bakımından ortaya çıkan açılım büyük oranda ebeveyn çeşitlerin değerleri arasında gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, Tosunbey çeşidinden daha yüksek değere

sahip hat sayısı, her iki popülasyonda da Tahirova-2000 çeşidinden daha düşük değere sahip hat sayısının iki katından fazladır. Bu sonuç, transgresif açılımın yüksek SDS sedimantasyon değeri yönünde daha fazla gerçekleştiğini göstermektedir. İslah programlarında ıslahçılar ekmeklik kalitesi yüksek çeşitler geliştirmek için genellikle 30 ml'nin üzerinde SDS sedimantasyon değerine sahip olan hatları seçmektedirler. Çalışmada, 30 ml üzerinde SDS sedimantasyon değerine sahip hat sayısı Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda 269 adet (% 71), Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunda ise 159 adet (% 45) adettir. Çevresel faktörlerden daha az etkilenen (Graybosch ve ark., 1996), analizi basit, tekrarlanabilirliği yüksek, yoğun olarak kullanılan ve genotiplerin ekmek olma kabiliyeti hakkında güvenilir sonuçlar veren bir kalite kriteri (Moonen ve ark., 1982) bakımından böyle bir açılımının ortaya çıkmış olması araştırma açısından ve popülasyonların buğday kalitesi konusunda yapılacak araştırmalara konu olması bakımından önemlidir.

Hektolitre ağırlığı bakımından Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunun daha yüksek ortalamaya sahip olduğu ve bu popülasyonda yer alan hatların hektolitre ağırlıklarının daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 2 ve 3). Her iki popülasyonda da transgresif açılım oranı hektolitre ağırlığının yüksek olduğu yönde gerçekleşmiştir. Hektolitre ağırlığı tanenin şekli, sertliği ve un verimi ile yakından ilişkili bir kalite kriteridir (Schuler ve ark., 1994; Sade ve ark., 1999). Bitki ıslahçıları ve un sanayii hektolitre ağırlığı için ürünün sahip olması gereken minimum değer 76-78 kg'ın üzerinde olmasını istemektedir (Anonim, 2010).

Her iki popülasyon bin tane ağırlığı bakımından karşılaştırıldığında Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunun Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonundan daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 2 ve 3). Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunun bin tane ağırlığı 31.3 ile 55.3 g arasında değişirken, Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunun bin tane ağırlığı 27.0 ile 48.3 g arasında değişmiştir. Bin tane ağırlığı buğdayda un miktarının tahmin edilmesinde önemli bir ölçü kriteridir. Çünkü küçük tanelerde endospermin, endosperm olmayan kısma oranı, büyük taneli olanlara göre daha düşük olmaktadır (Mut ve ark., 2007). Bin tane ağırlığı sadece verimle ilgili değil aynı zamanda kaliteyle de ilişkilidir. Bu özelliğe etkili iki önemli faktör, genetik yapı ve ekolojik faktörlerdir (Mut ve ark., 2007).

### 3.2. Hatların külleme hastalığına karşı reaksiyonları

Tarla okumalarına göre külleme hastalığına reaksiyonlarının toplam yüzde oranlarına bakıldığında dağılımın her iki popülasyonda da birbirine çok yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, dayanıklı hat sayısı ile orta seviyede dayanıklı hat sayısı bakımından popülasyonlar farklı dağılım göstermiştir (Çizelge 4 ve 5). Bu sonuçların alınmasında örneklemin çok fazla sayıda hatta yapılmış olması ve her bir hatta ait dört farklı külleme okumasının yapılmış olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Ebeveyn olarak kullanılan Tosunbey çeşidi külleme hassas, Tahirova-2000 çeşidi ise dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Popülasyonda yer alan hatlar külleme dayanıklılık bakımından normal dağılım göstermiş oldukları için Tahirova-2000 çeşidinde külleme dayanıklılığı sağlayan birden fazla genin bulunduğunu veya Tosunbey çeşidinde ilgili hastalıkla ilgili bir genin bulunduğu ama tek başına dayanıklılık sağlamadığı söylenebilir. Ayrıca tarla okumalarında hatların neredeyse hiçbirinin sıfır skoru almaması ve Tahirova-2000 çeşidinin 3 skorunu almış olması nedeniyle olgun bitki dayanıklılığında söz edilebilir. Hastalık okuma setlerinde kontrol genotip olarak yer alan külleme dayanıklılık geni olan *Pm21* genini tek başına taşıyan translokasyon hattı sıfır skoru almıştır. Bu gen bölgedeki külleme ırklarına karşı dayanıklı genotiplerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Buğdayda külleme hastalığı tane verimini (Johnson ve ark., 1979; Griffey ve ark., 1993) ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir (Everts ve ark., 2001). Hastalığın kontrolünde en uygun yöntem dayanıklı genotiplerin geliştirilmesidir. Bitkilerde dayanıklılık ırk özellikli dayanıklılık ve olgun bitki dayanıklılığı olarak ikiye ayrılabilir. Olgun bitki dayanıklılığı birden fazla genle dayanıklılık sağladığı için ırk özellikli dayanıklılığa oranla daha uzun süreli dayanıklılık sağlayabilmektedir (Lillemo ve ark., 2008).

*1BL.1RS* çavdar translokasyonuna sahip olan genotiplerin, buğdayda külleme dayanıklılık geni olan *Pm7* genini taşıdığı bildirilmiştir (Singh ve ark., 1991; Hsam ve ark. 2000). Araştırma sonucunda, Tahirova-2000 çeşidinin külleme dayanıklılığının birden fazla genle kontrol edildiğinin belirlenmiş olması ıslah programları için önemlidir.

### 3.3. Hatların taşıdığı YMA ve DMA glutenin alt üniteleri

Genotipik açılıma göre elde edilen hatların YMA ve DMA glutenin alt üniteleri bakımından 16 farklı kombinasyona sahip olması beklenmektedir ve bu durum popülasyonda yapılan moleküler analizler ile de teyit edilmiştir (Şekil 1 ve 2). Her iki popülasyondaki hatların sayısı dikkate alındığında çavdar translokasyonu (*Glu-B3j*) taşıyan hat sayısı toplam 324 adettir. Ebeveyn çeşitler 5+10 bantlarını ve *Glu-D3b* allelini taşıdığı için Çizelge'de bu allellere yer verilmemiştir. Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda protein kalitesini olumlu yönde etkileyen *GluA3b* ve *GluB3b* DMA glutenin alt ünitelerini taşıyan hat sayısı 109 adet, Tahirova-2000 × Tosunbey

popülasyonu için ise bu sayı 129 adettir (Çizelge 5). Bu hatların Türkiye buğday kalite ıslah araştırmaları için genetik kaynak olarak ve yeni araştırmaların planlanmasında kullanılabilme potansiyeli bulunmaktadır.

Çizelge 2. Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunun  $F_7$  generasyonundaki hatların agronomik ve kalite özelliklerine ilişkin değerler

Table 2. Agronomic and quality traits of Tosunbey × Tahirova-2000 population in  $F_7$  generation

	Tane verimi (kg/da)	Bitki boyu (cm)	Başaklanma gün sayısı (gün)	SDS Sedim. Değeri (ml)	Hektolitre ağırlığı (kg)	1000 tane ağırlığı (g)
Tahirova-2000	501	106	133	26	82.2	43.1
Tosunbey	400	108	129	36	80.7	39.8
Altındane	415	88	128	49	79.0	38.9
Ortalama	399.5	102.5	133	32.1	81.7	41.7
Maksimum	636.0	126	144	49	86.8	55.3
Minimum	106.0	78	122	18	75.3	31.3
DK %	14.8	4.4	2	9	1.1	4.7
SH	69	5.1	3.1	3.4	1	2.2

DK: Değişim katsayısı, SH: Standart hata

Çizelge 3. Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunun  $F_7$  generasyonundaki agronomik ve kalite özelliklerine ilişkin değerler

Table 3. Agronomic and quality traits of Tahirova-2000 × Tosunbey population in  $F_7$  generation

	Tane verimi (kg/da)	Bitki boyu (cm)	Başaklanma gün sayısı (gün)	SDS Sedim. Değeri (ml)	Hektolitre ağırlığı (kg)	1000 tane ağırlığı (g)
Tahirova-2000	378	104	133	23	78.6	36.3
Tosunbey	301	107	129	31	76.7	34.3
Altındane	332	88	126	44	75.3	33.3
Ortalama	328.9	102.9	133	28.8	78.3	35.9
Maksimum.	571	122	145	45	84.1	48.3
Minimum	79	81	118	19	68.7	27.0
DK %	16.5	5	2	9	1.9	7.7
SH	62.5	5.8	3	3.05	1.7	3.2

DK: Değişim katsayısı, SH: Standart hata



Çizelge 4. Popülasyonlarda yer alan hatların F<sub>7</sub> generasyonunda tarlada külleme hastalığına karşı reaksiyonlarına ilişkin hat sayıları ve yüzde oranları

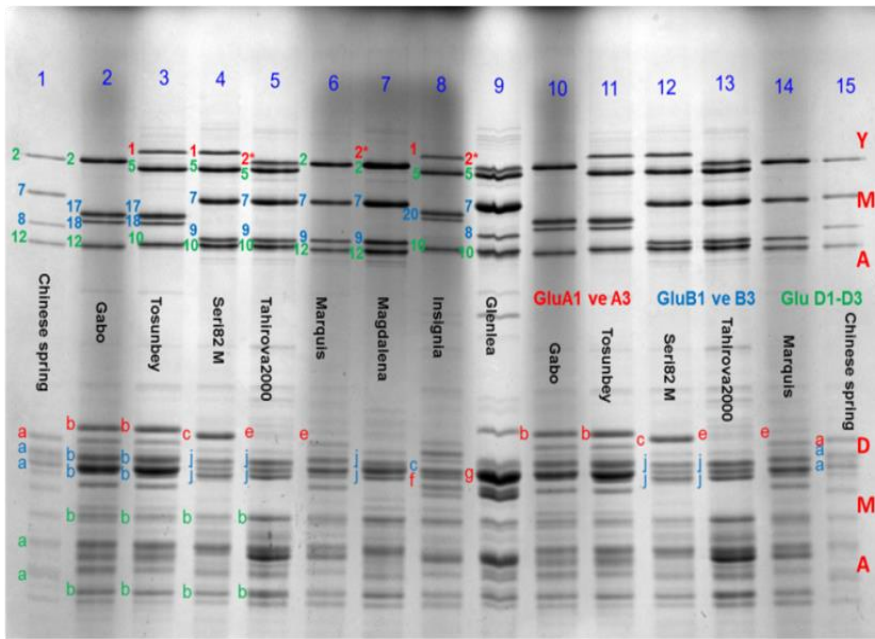
Table 4. Line numbers and percentage rates of the lines in the populations regarding their reactions to powdery mildew in the F<sub>7</sub> generation.

Reaksiyon tipi	Tosunbey x Tahirova-2000			Tahirova-2000 x Tosunbey		
	Hat sayısı (adet)	Hatların oranı (%)	Toplam oran (%)	Hat sayısı (adet)	Hatların oranı (%)	Toplam oran (%)
Dayanıklı (1-3)	106	25.2	31.4	43	11.9	31.2
Orta Seviyede Dayanıklı (4)	26	6.2		70	19.4	
Orta Seviyede Hassas (5-6)	198	47.2	47.2	170	47.0	47.0
Hassas (7-8)	68	16.2	21.4	67	18.5	21.8
Çok Hassas (9)	22	5.2		12	3.3	
Toplam	420	100	100	362	100	100

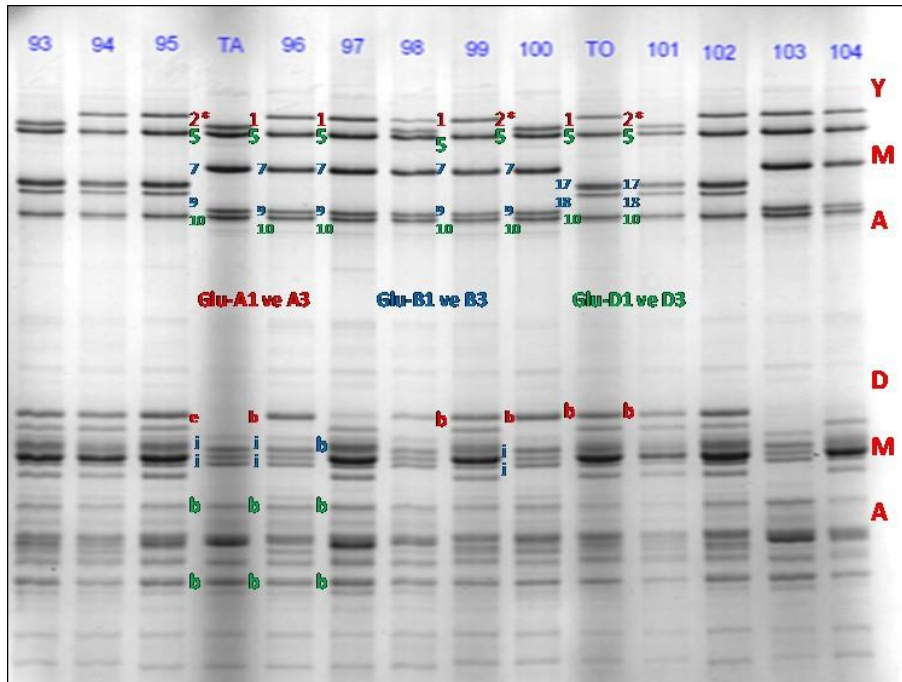
Çizelge 5. Popülasyonlarda yer alan hatların taşıdığı oldukları YMA ve DMA glutenin alt ünitelerine ilişkin hat sayıları

Table 5. Line numbers related to HMW-GS and LMW-GS in the populations

Tosunbey x Tahirova-2000					Hat Sayısı	Tahirova-2000 x Tosunbey					
YMA alleli		DMA alleli				YMA alleli		DMA alleli			Hat Sayısı
<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>	<i>Glu-A3</i>	<i>Glu-B3</i>	<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>	<i>Glu-A3</i>	<i>Glu-B3</i>		
1	17+18	5+10	b	b	42	1	17+18	5+10	b	b	62
1	17+18	5+10	e	b	48	1	17+18	5+10	e	b	28
1	17+18	5+10	b	j	7	1	17+18	5+10	b	j	13
1	17+18	5+10	e	j	11	1	17+18	5+10	e	j	6
2*	17+18	5+10	b	b	45	2*	17+18	5+10	b	b	42
2*	17+18	5+10	e	b	52	2*	17+18	5+10	e	b	30
2*	17+18	5+10	b	j	9	2*	17+18	5+10	b	j	7
2*	17+18	5+10	e	j	10	2*	17+18	5+10	e	j	1
1	7+9	5+10	b	b	7	1	7+9	5+10	b	b	14
1	7+9	5+10	e	b	13	1	7+9	5+10	e	b	19
1	7+9	5+10	b	j	50	1	7+9	5+10	b	j	32
1	7+9	5+10	e	j	28	1	7+9	5+10	e	j	33
2*	7+9	5+10	b	b	15	2*	7+9	5+10	b	b	11
2*	7+9	5+10	e	b	21	2*	7+9	5+10	e	b	17
2*	7+9	5+10	b	j	35	2*	7+9	5+10	b	j	21
2*	7+9	5+10	e	j	31	2*	7+9	5+10	e	j	30
Toplam					424	Toplam					366



Şekil 1. Ebeveynlerin ve kontrol genotiplerin YMA ve DMA glutenin alt üniteleri.  
Figure 1. Subunits of HMW and LMW gluten by parent and control genotypes.



Şekil 2. Ebeveynlerin ve bazı hatların YMA ve DMA glutenin alt üniteleri (TA: Tahirova-2000, TO: Tosunbey).  
Figure 2. Subunits of HMW and LMW gluten by parents and some lines.

#### 3.4. Hatların agronomik ve kalite özelliklerine YMA ve DMA glutenin alt ünitelerinin etkileri

Çalışmada, Tosunbey×Tahirova-2000 popülasyonundan 417 adet hatta agronomik ve kalite özellikleri için analizler yapılmıştır. Bu popülasyonda bazı hatlar başka çalışmalarda kullanıldığı için protein içeriği, kül oranı ve L renk değeri analizleri sadece 215 adet hatta (Çizelge 6), diğer analizler ise 417 hatta gerçekleştirilmiştir (Çizelge 7). Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda incelenen özelliklere YMA ve DMA glutenin alt ünite allellerinin

etkisini gösteren değerler Çizelge 6 ve 7'de verilmiştir. Hatların protein içeriği ve kül oranı çavdar translokasyonu taşıyan hatlarda daha yüksek iken, L renk değeri çavdar translokasyonu taşımayanlarda daha yüksektir (Çizelge 6). *Glu-A1* lokusundaki 1 alt ünitesini taşıyan hatlar daha yüksek tane verimi ve uzun bitki boyuna sahip olmuşlardır. Popülasyonda yer alan hatların kalite özellikleri üzerine YMA glutenin alt ünitelerindeki değişimin etkisi gözlenmez iken, çavdar translokasyonunun (*Glu-B3j*) protein içeriği, kül, L renk değeri, SDS sedimentasyon değeri, hektolitreye ağırlığı ve bin tane ağırlığına etkisi önemlidir. Çavdar translokasyonu taşıyan hatlar daha düşük sedimentasyon değerine ve daha yüksek protein içeriğine, hektolitreye ve bin tane ağırlığına sahiptir. *Glu-A3* allelindeki farklılıklar SDS sedimentasyon ve bin tane ağırlığını etkilemiştir. *Glu-A3b* alleli taşıyan hatlar *Glu-A3e* alleli taşıyan hatlardan daha yüksek sedimentasyon değerine sahipken, bu hatların bin tane ağırlığının daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Tahirova-2000 × Tosunbey melezlemesi sonucu elde edilen popülasyonda 344 adet hatta hem agronomik özellikler hem de kalite özellikleri için analiz yapılmıştır. Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunda incelenen özelliklere YMA ve DMA glutenin alt ünitesindeki farklılıkların etkisini gösteren değerlere Çizelge 8 ve 9'da yer verilmiştir. Bu popülasyonda da çavdar translokasyonu taşıyan hatların ortalama olarak daha yüksek protein içerdiği saptanmıştır. Bununla birlikte *Glu-A1* allelinin L renk değeri, tane verimi, bitki boyu ve hektolitreye ağırlığına etkisi ve *Glu-A3* allelinin protein oranı ve sedimentasyona etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 8). YMA glutenin alt ünitesi olarak 1 alt ünitesini taşıyan hatlar 2\* alt ünitesini taşıyan hatlara oranla daha yüksek hektolitreye ağırlığı, L renk değeri, tane verimi ve bitki boyu değerlerine sahip olmuştur (Çizelge 9). Popülasyonda allelik farklılık gözlenen diğer bir YMA glutenin alt ünitesi *Glu-B1* lokusunda yer almaktadır ve 17+18 alt ünitesi taşıyan hatlar 7+9 alt ünitesi taşıyan hatlara oranla daha yüksek SDS sedimentasyon değerine sahip iken, daha düşük bitki boyu ve başaklanma gün sayısına sahip olmuştur. Bu sonuç, 17+18 alt ünitesine sahip genotiplerin protein kalitesinin daha iyi olduğunu gösteren çalışmalarla uyum içerisindedir (Butow ve ark., 2003; Henkar ve ark., 2017; Guo ve ark., 2019). *Glu-A3b* DMA alt ünitesi taşıyan hatlar *Glu-A3e* DMA alt ünitesi taşıyan hatlara oranla daha düşük protein içeriğine sahip olmasına rağmen, daha yüksek SDS sedimentasyon değerine sahip olmuştur. Çavdar translokasyonu taşıyan hatların (*Glu-B3j*) protein içeriği ve bin tane ağırlığı çavdar translokasyonu taşımayan hatlara oranla daha yüksek iken, SDS sedimentasyon değeri daha düşüktür (Çizelge 9).

Her iki popülasyonda da kalite özellikleri üzerine etkili genetik faktör çavdar translokasyonudur. Elde edilen sonuçlar, çavdar translokasyonunun protein kalitesi üzerine olumsuz etkisini gösteren birçok araştırma sonucuyla benzerlik göstermektedir (Zeller ve Hsam, 1984; Dhaliwal ve MacRitche, 1990; Graybosch, 2001; Moiraghi ve ark., 2013). Popülasyonlarda çavdar translokasyonunun varlığı tane verimi, bitki boyu ve başaklanma süresi gibi özellikler üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Kalite özellikleriyle yakından ilişkili YMA glutenin alt ünitelerinin genel olarak agronomik özellikler üzerine etkili olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte *Glu-A1* lokusu her iki popülasyonda da tane verimi ve bitki boyu üzerinde etkili olmuştur. Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunda *Glu-B1* lokusunun başaklanma gün sayısına etkisi de önemlidir.

Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda yer alan çavdar translokasyonu taşıyan hatların başaklanma gün sayıları 123 gün ile 143 gün arasında, bitki boyu ise 78 -126 cm arasında değişmiştir. Aynı özellikler için Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunda da benzer bir değişim gözlenmiştir. Başaklanma gün sayısı 122-142 gün, bitki boyu ise 82-125 cm arasında değişmiştir. Mevcut sonuçlar popülasyonlarda bitki boyu ve başaklanma süresi için çavdar translokasyonu taşıyan hatlar arasında geniş bir fenotipik değişimin gözlendiğini göstermektedir. Ayrıca buğdayda başaklanma süresi ve bitki boyu özellikleri transgresif açılımın en çok gözlendiği özelliklerdir. Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda çavdar translokasyonu taşıyan hatlar içerisinde *GluA3b* taşıyan hatların SDS sedimentasyon değeri 32 ml iken, *GluA3e* alleli taşıyan hatların SDS sedimentasyon değeri 27 ml olarak gerçekleşmiştir. Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunda da benzer bir sonuç gözlenmiştir. Buna göre bu popülasyondaki değerler *GluA3b* taşıyan hatlar için 28 ml, *GluA3e* alleli taşıyan hatlar için 24 ml olarak gerçekleşmiştir. Elde edilen sonuçlar *GluA3b* allelinin varlığının her iki lokasyonda da protein kalitesini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Benzer sonuçlar diğer bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Masci ve ark., 2000; Tanaka ve ark., 2005; Ikeda ve ark., 2006; Ito ve ark., 2015).

Çizelge 6. Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda YMA ve DMA glutenin alt ünitelerinin bazı kalite özelliklerine etkisi

Table 6. The effect of HMW-GS and LMW-GS on some quality traits in Tosunbey × Tahirova-2000 population

Lokus	Alt Ünite	Hat sayısı	Protein içeriği (%)	Kül oranı (%)	L renk değeri
<i>Glu-A1</i>	1	104	12.1	1.74	84.5
	2*	111	12.2	1.75	84.3
<i>Glu-B1</i>	7+9	98	12.2	1.74	84.4
	17+18	117	12.1	1.75	84.3
<i>Glu-A3</i>	b	108	12.1	1.75	84.3
	e	107	12.2	1.74	84.3
<i>Glu-B3</i>	b	131	12.0 b	1.73 b	84.5 a
	j	84	12.3 a	1.76 a	84.2 b

Çizelge 7. Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda YMA ve DMA glutenin alt ünitelerinin bazı agronomik özelliklere etkisi

Table 7. The effect of HMW-GS and LMW-GS on some agronomic and quality traits in Tosunbey × Tahirova-2000 population

Lokus	Alt Ünite	Hat sayısı	Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Bitki boyu (cm)	Başaklanma gün sayısı (gün)	SDS Sedim. Değeri (ml)	Hektolitire ağırlığı (kg)	1000 tane ağırlığı (g)
<i>Glu-A1</i>	1	202	415 a	103.9 a	133.1	32.0	81.7	41.8
	2*	215	396 b	101.9 b	132.7	31.5	81.8	41.8
<i>Glu-B1</i>	7+9	204	397	103.0	133.4	31.6	81.7	41.9
	17+18	213	414	102.8	132.5	31.9	81.7	41.6
<i>Glu-A3</i>	b	204	398	102.7	132.8	33.9a	81.6	41.4 b
	e	213	413	103.1	133.0	29.6b	81.8	42.2 a
<i>Glu-B3</i>	b	232	395	103.3	132.8	34.1 a	81.5 b	40.7b
	j	185	415	102.5	133.0	29.4b	82.0a	42.8a

Çizelge 8. Tahirova-2000 x Tosunbey popülasyonda YMA ve DMA glutenin alt ünitelerinin bazı kalite özelliklerine etkisi

Table 8. The effect of HMW-GS and LMW-GS on some quality traits in Tahirova-2000 x Tosunbey population

Lokus	Alt Ünite	Hat sayısı	Protein içeriği (%)	Kül oranı (%)	L renk değeri
<i>Glu-A1</i>	1	194	11.9	1.77	84.0 a
	2*	150	11.8	1.80	83.7 b
<i>Glu-B1</i>	7+9	170	11.8	1.79	83.9
	17+18	174	11.9	1.79	83.8
<i>Glu-A3</i>	b	185	11.7 b	1.79	83.9
	e	159	12.0 a	1.79	83.9
<i>Glu-B3</i>	b	207	11.7 b	1.79	83.8
	j	137	12.0 a	1.78	83.9

Çizelge 9. Tahirova-2000 x Tosunbey popülasyonunda YMA ve DMA glutenin alt ünitelerinin bazı agronomik özelliklere etkisi

Table 9. The effect of HMW-GS and LMW-GS on some agronomic and quality traits in Tahirova-2000 x Tosunbey population

Lokus	Alt Ünite	Hat sayısı	Tane verimi (kg/da)	Bitki boyu (cm)	Başaklanma gün sayısı (gün)	SDS Sedim. Değeri (ml)	Hektolitreye ağırlığı (kg)	1000 tane ağırlığı (g)
<i>Glu-A1</i>	1	194	346 a	104.3 a	133.1	28.2	79.0 a	36.5
	2*	150	307 b	101.7 b	132.1	27.8	78.2 b	35.6
<i>Glu-B1</i>	7+9	170	330	103.5 a	134.0 a	27.3 b	78.6	36.1
	17+18	174	323	102.5 b	131.2 b	28.7 a	78.6	36.0
<i>Glu-A3</i>	b	185	328	103.0	132.6	29.7 a	78.6	35.8
	e	159	325	103.0	132.6	26.4 b	78.6	36.3
<i>Glu-B3</i>	b	207	329	103.0	132.7	29.8 a	78.3	35.4 b
	j	137	324	103.0	132.5	26.3 b	78.9	36.7 a

#### 4. Sonuç

Tosunbey× Tahirova-2000 popülasyonunda ortalama tane verimi 399.5 kg da<sup>-1</sup>, Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunda ise 328.9 kgda<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Her iki popülasyonda da tane verimi bakımından geniş bir varyasyon söz konusudur. Geniş bir değişim aralığı da bitki boyu ve başaklanma süresinde ortaya çıkmış, başaklanma süresi 118-145 gün, bitki boyu ise 78-126 cm arasında değişmiştir. Başaklanma süresi bakımından transgresif açılım geç başaklanma için daha fazla gerçekleşirken, bitki boyu için kısa boyluluk yönünde gerçekleşmiştir. Başaklanma süresi ve bitki boyu buğdayda transgresif açılımın en çok görüldüğü özellikler arasındadır. Bu kapsamda popülasyonlarda gerek verim potansiyeli yüksek, gerekse düşük alanlara adapte olabilecek hatlar taşıdığı söylenebilir.

Gerek kolay ölçülebilmesi gerekse kalite konusunda güvenilir ve anlamlı sonuçlar vermesi açısından hektolitreye ağırlığı ve SDS sedimantasyon değeri en sık kullanılan kalite kriterleri arasında yer almaktadır. Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda yer alan hatlardan 72 tanesi Tosunbey çeşidinden daha yüksek SDS sedimantasyon değerine (36 ml) sahip olurken, Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunda elde edilen hatların 95 tanesi Tosunbey çeşidinden daha yüksek SDS sedimantasyon değerine sahip olmuştur. Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda SDS sedimantasyon oranı yüksek olan hat sayısı fazla olmakla birlikte her iki popülasyonda da bu özellik bakımından geniş bir değişim söz konusudur. Tosunbey çeşidi Türkiye ıslah programlarında geliştirilen ve ekmeçlik kalitesi çok yüksek olan bir çeşittir. Çeşidin protein kalitesinin yüksek olmasında, taşıdığı YMA glutenin alt üniteleri yanında DMA glutenin alt üniteleri için her üç lokusta da *b* allelini taşıyor olması etkilidir. Tahirova-2000 çeşidi de geniş adaptasyon yeteneği ve yüksek verim potansiyeli ile uzun yıllar Türkiye buğday tarımında kullanılmıştır. Tahirova-2000 çeşidi DMA glutenin alt üniteleri için *GluA3e* (null), *GluB3j*, *GluD3b* allellerini ve çavdar translokasyonu taşımaktadır (Çizelge 1 ve Şekil 1). Her iki çeşidin de DMA glutenin alt üniteleri ilk kez bu araştırmada rapor edilmiştir. Ortalama hektolitreye ağırlığı Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda 81.7 kg, Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunda ise 78.3 kg olarak gerçekleşmiştir. Hektolitreye ağırlığı 78 kg'ın üzerinde olan hat sayısı Tosunbey × Tahirova-2000 popülasyonunda 372 adet (% 98), Tahirova-2000 × Tosunbey popülasyonunda 216 adettir (% 61). Ayrıca her iki popülasyonda da bin tane ağırlığı bakımından geniş bir değişim aralığı ortaya çıkmıştır (31.3-55.3 g ve 27.0-48.3 g).

Samsun'da her yıl olduğu gibi yoğun bir epidemiy göstermiş ve her iki popülasyonda da külleme okumaları normal dağılım göstermiştir. Bu çalışmada, Tahirova-2000 çeşidinde külleme dayanıklılık bakımından birden fazla gen bulunduğu ve çeşidin olgun bitki dayanıklılığı gösterdiği anlaşılmaktadır.

Araştırma sonucunda resiprokal olarak geliştirilen rekombinant kendilenmiş hat popülasyonunda moleküler olarak taranan hatlardan 324 adedinin çavdar translokasyonu taşıdığı saptanmıştır. Bu hatların bitki boyu, başaklanma gün sayısı ve SDS sedimentasyon değerleri bakımından oluşturulması planlanan alt popülasyonlara uygun fenotipik değişime sahip olduğu gözlenmiştir. *GluA3b* alleli taşıyan hatların ortalama SDS sedimentasyon değerleri her iki popülasyonda da *GluA3e* alleli taşıyan hatlardan daha yüksek bulunmuş olması ile *GluA3b* allelinin ekmeçlik buğdayda protein kalitesinin artırılması için kullanılabilirliği öngörülmektedir. Çalışmada, araştırma materyali olarak kullanılan haritalama popülasyonlarının, daha sonra yapılacak kuraklığa tolerans ve kalite ıslahı araştırmaları için moleküler ve fenotipik değişime sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca mevcut veriler, elde edilen

popülasyonların moleküler çalışmalarda haritalama veya markör geliştirme çalışmalarında kullanılabileceğini göstermektedir.

### Teşekkür

Bu araştırmanın 1090233 ve 2150608 numaralı TÜBİTAK hızlı destek projeleri kapsamında yürütülmüş olması nedeniyle TÜBİTAK'a ve SDS-PAGE jellerinde DMA glutenin alt ünitelerinin okunmasındaki katkılarından dolayı Japonya'dan (National Institute for Agro-Environmental Sciences) Dr. Tatsuya M. Ikeda'ya teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Anonim, 1990. Cereals. PBI Cambridge, Plant Breeding International, Cambridge.
- Anonim, 2010. Industry Briefing Paper. Test Weight of Australian Wheat 2010 and Beyond, Page 5. GrainTradeAustralia. PO Box R1829, Royal Exchange NSW 1225.
- Assanga, S.O., Fuentealba, M., Zhang, G., Tan, C., Dhakal, S., Rudd, J.C., Ibrahim, A.M.H., Xue, Q., Haley, S., Chen, J., Chao, S., Baker, J., Jessup, K., Liu, S., 2017. Mapping of Quantitative Trait Loci for Grain Yield and Its Components in A US Popular Winter Wheat TAM doi: 10.1371/journal.pone.0189669
- Atlı, A., 1999. Buğday ve Ürünleri Kalitesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran, Konya.
- Aydın, N., TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, Proje No: 112O135.
- Baenziger, P.S., Shelton, D.R., Shipman, M.J., Graybosch, R.A., 2001. Breeding for End Use Quality: Reflections on The Nebraska Experience. Euphytica, 119 (4): 95-100. doi.org/10.1023/A:1017583514424
- Basavaraddi, P.A., Savini, R., Sukumaran, S., Reynolds, M., Griffiths, S., Slafer, G., 2021. Genotypic Differences in Wheat Yield Determinants Within A NAM Population Based on Elite Parents. European Journal of Agronomy, 123:1626. doi: https://doi.org/10.1101/2020.09.08.287763
- Blade, S.F., Baker, R.J., 1991. Kernel Weight Response to Source Sink Changes in Spring Wheat Crop Sci, 31: 1117-1120.
- Bohn, M., Utz, H.F., Melchinger, A.E., 1998. Genetic Similarities Among Winter Wheat Cultivars Determined on The Basis of RFLPs, AFLPs and SSRs and Their Use for Predicting Progeny Variance. Crop Sci, 39 (1): 228-237.
- Bonafede, M.D., Tranquilli, G., Pflüger, L.A., Pena, R.J., Dubcovsky, J., 2015. Effect of Allelic Variation at The *Glu-3/Gli-1* Loci On Breadmaking Quality Parameters in Hexaploid Wheat (*Triticum aestivum* L.). J Cereal Sci, 62: 143-150.
- Brim, C.A., 1966. A Modified Pedigree Method of Selection in Soybeans. Crop Sci, 6: 220. doi:10.3906/tar-1011-1474
- Butow BJ, Ma W, Gale KR, Cornish GB, Rampling L, Larroque O, Morell MK, Békés F 2003. Molecular Discrimination of Bx7 Alleles Demonstrates That a Highly Expressed High Molecular Weight Glutenin Allele Has a Major Impact on Wheat Flour Dough Strength. Theoretical and Applied Genetics 107: 1524-1532.
- Cook, R.J., 1992. Wheat Root Heath Management and Environmental Concern. Can. J. Plant Pathol, 14: 76-85.
- Costa, J.M., Kronstad, W.E., 1994. Association of Grain Protein Concentration and Selected Traits in Hard Red Winter Wheat Populations in The Pacific Northwest. Crop Sci, 34: 1234-1239. doi.org/10.2135/cropsci1994.00111
- D'Ovidio, R., Masci, S., 2004. The Low Molecular Weight Glutenin Subunits of Wheat Gluten. J Cereal Sci, 39: 321-339. doi.org/10.1016/j.jcs.2003.12.002
- Dhaliwal, A.S., MacRitchie, F., 1990. Contributions of Protein Fractions to Dough Handling Properties of Wheat Rye Translocation Cultivars. J Cereal Sci, 12: 113-122.
- Dreisigacker, S., Sukumaran, S., Guzmán, C., He, X., Bonnett, D., Crossa, J., 2016. Molecular Marker Based Selection Tools in Spring Bread Wheat Improvement: CIMMYT Experience and Prospects. Mol Breed Sustain Crop Improv, 11(3): 421-474.
- Ehdaie, B., Layne, A.P., Waines, J.G., 2011. Root System Plasticity to Drought Influences Grain Yield in Bread Wheat. Euphytica, 186(4): 219-232. Doi.10.1007/s10681-011-0585-9
- Espi, A., Quijano, M.R., Vazquez, J.F., Carrillo, J.M., Giraldo, P., 2014. Molecular Characterization of *Glu-B3* Locus in Wheat Cultivars and Segregating Populations. J Cereal Sci, 60: 374-381.
- Everts, K.L., Leath, S., Finney, P.L., 2001. Impact of Powdery Mildew and Leaf Rust on Milling and Baking Quality of Soft Red Winter Wheat. Plant Dis, 85(4): 423-429.
- Faheem, M., Mahmood, T., Shabbir, G., Akhtar, N., Kazi, A., Kazi, A.M., 2015. Assessment of D-Genome Based Genetic Diversity in Drought Tolerant Wheat Germplasm. Int J Agric Biol, 17: 791-796. doi:10.17957/IJAB/14.0018

- Fischer, R.A., Bidinger, F., Syme, J.R., Wall, P.C., 1981. Leaf Photosynthesis, Leaf Permeability, Crop Growth, and Yield of Short Spring Wheat Genotypes Under Irrigation. *Crop Sci*, 21: 367-373.
- Genç, İ., Yağbasanlar, T., Özkan, H., 1993. Akdeniz İklim Kuşağına Uygun Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu, 30 Kasım-3 Aralık, Ankara.
- Gianibelli, M.C., Lagudah, E.S., Wrigley, C.W., MacRitchie, F., 2002. Biochemical and Genetic Characterization of a Monomeric Storage Protein (T1) With an Unusually High Molecular Weight in *Triticum tauschii*. *Theoretical and Applied Genetics*, 104: 497-504. doi: 10.1007/s00122-001-0778-z
- Graybosch, R.A., 2001. Uneasy Unions: Quality Effects of Rye Chromatin Transfers to Wheat. *J Cereal Sci*, 33: 3-16.
- Graybosch, R.A., Peterson, C.J., Shelton, D.R., Baenziger, P.S., 1996. Genotypic and Environmental Modification of Wheat Flour Protein Composition in Relation to End-Use Quality. *Crop Sci*, 36 (2): 296-300.
- Griffey, C.A., Das, M.K., Stromberg, E.L., 1993. Effectiveness of Adult-Plant Resistance in Reducing Grain Yield Loss to Powdery Mildew in Winter Wheat. *Plant Dis*, 77: 618-622.
- Guo, H., Wu, J., Lu, Y., Yan, Y., 2019. High Molecular Weight Glutenin *1Bx17* and *1By18* Subunits Encoded by *Glu-B1i* Enhance Wheat Dough Rheological Properties and Breadmaking Quality. *J Food Quality*, 15: 145-153. doi.org/10.1155/2019/1958747
- Güleç, T., 2020. Ekmeklik Buğdayda Geliştirilen Resiprokal Rekombinant Kendilenmiş Hat Populasyonunda Çavdar Translokasyonu Taşıyan Hatların Yarı Bodurluk, Fotoperiyod, Vernalizasyon ve Waxy Genlerinin Taraması. KMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 136 sy.
- Henkrar, F., El-Haddoury, J., Iraqi, D., Bendaou, N., Udupa, S.M., 2017. Allelic Variation at High Molecular Weight and Low Molecular Weight Glutenin Subunit Genes In Moroccan Bread Wheat and Durum Wheat Cultivars. *3 Biotech*, 3: 17-24.
- Hsam, S.L., Mohler, V., Hartly, L., Wenzel, G., Zeller, F.J., 2000. Mapping of Powdery Mildew and Leaf Rust Resistance Genes on Wheat-Rye Translocated Chromosome *T1BL1RS* Using Molecular ve Biochemical Markers. *Plant Breeding*, 119: 87-89.
- Hsia, C.C., Anderson, O.D., 2001. Isolation and Characterization of Wheat  $\omega$ -Gliadin Genes. *Theor. Appl Genet*, 103(5): 37-44.
- Hu, J., Wang X., Zhang, G., Jiang, P., Chen, W., Hao, Y., Ma, X., Xu, S., Jia, J., Kong, L., 2020. QTL Mapping For Yield Related Traits in Wheat Based on Four RIL Populations. *Theor Appl Genet*, 133: 917-933.
- Ikeda, T.M., Araki, E., Fujita, Y., Yano, H., 2006. Characterization of Low Molecular Weight glutenin Subunit Genes and Their Protein Products Common Wheats. *Theor Appl Genet*, 112: 327-334.
- Ito, M., 2015. Dough Properties and Bread-Making Quality-Related Characteristics of Yumechikara Near-Isogenic Wheat Lines Carrying Different *Glu-B3* Alleles. *Breeding Sci*, 65(3): 241-248. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.65.241>
- JMP, 12.0.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2019.
- Johnson, J.W., Bäenziger, P.S., Yamazaki, W.T., Smith, R.T., 1979. Effects of Powdery Mildew on Yield and Quality of Isogenic Lines of 'Chancellor' Wheat. *Crop Sci*, 19: 349-352.
- Koyuncu, M., 2009. Yerel durum buğday çeşitlerinin makarnalık kalitelerini etkileyen önemli parametreler bakımından taranması. GOÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 49 sy.
- Lelleya, T., Edera, C., Grausgruber, H., 2004. Influence of *1BL1RS* Wheat-Rye Chromosome Translocation on Genotype by Environment Interaction. *Journal of Cereal Science*, 39(3): 313-320. doi.org/10.1016/j.jcs.2003.11.003
- Lillemo, M., Asalf, B., Singh, R.P., Huerta-Espino, J., Chen, X.M., He, Z.H., Bjornstad, A., 2008. The Adult Plant Rust Resistance Loci *Lr34/Yr18* and *Lr46/Yr29* Are Important Determinants of Partial Resistance to Powdery Mildew in Bread Wheat Line Saar. *Theor Appl Genet*, 116: 1155-1166. doi: 10.1007/s00122-008-0743-1
- Liu, S., Griffey, C.A., Sanghai, Maroof, M.A., 2001. Identification of Molecular Markers Associated With Adult Plant Resistance to Powdery Mildew in Common Wheat Cultivar Massey. *Theor Appl Genet*, 41: 1268-1275.
- Maghirang, E.B., Lookhart, G.L., Bean, S.R., Pierce, R.O., Xie, F., Caley, M.S., Wilson, J.D., Seabourn, B.W., Ram, M.S., Park, S.H., Chung, O.K., Dowell, F.E., 2006. Comparison of Quality Characteristics and Breadmaking Functionality of Hard Red Winter and Hard Red Spring Wheat. *Cereal Chemistry*, 83: 520-528.
- Major, D.J., Janzen, H.H., Sadasivalah, R.S., Carefoot, J.M., 1992. Morphological Characters of Wheat Associated With High Productivity. *Can J of Plant Sci*, 72: 689-698. doi:10.4141/cjps92-085
- Martin, D.J., Stewart, B.G., 1990. Dough Stickiness In Rye-Derived Wheat Cultivars. *Euphytica*, 51: 77-86.
- Masci, S., D'Ovidio, R., Lafiandra, D., Kasarda, D.D., 2000. A 1B-Coded Low Molecular Weight Glutenin Subunit Associated With Quality in Durum Wheats Shows Strong Similarity to a Subunit Present In Some Bread Wheat Cultivars. *Theo and Appl Genetics*, 100: 396-400. doi.org/10.1007/s001220050052

- McClung, A.M., Cantrell, R.G., Quick, J.S., Gregory, R.S., 1986. Influence of The *Rht1* Semi-Dwarf Gene on Yield, Yield Components, and Grain Protein in Durum Wheat Crop Sci, 26: 1095-1099.
- Moiraghi, M., Vanzetti, L., Pflüger, L., Helguera, M., Perez, G.T., 2013. Effect of High Molecular Weight Glutenins and Rye Translocations on Soft Wheat Flour Cookie Quality. Journal of Cereal Sci, 58: 424-430.
- Moonen, J.E., Scheepstra, A., Graveland, A., 1982. Use of the SDS- Sedimentation Test and SDS-Polyacrylamidegel Electrophoresis for Screening Breeder's Samples of Wheat for Breadmaking Quality. Euphytica, 31: 677-690.
- Mut, Z., Aydın, N., Bayramoğlu, N.O., Özcan, H., 2007. Bazı ekmelik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin verim ve başlıca kalite özelliklerinin belirlenmesi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2): 193-201.
- Özkan, H., TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, Proje No: 107O20.
- Payne, P.I., Nightingale, M.A., Krattiger, A.F., Holt, L.M., 1987. The Relationship Between HMW Glutenin Subunit Composition and The Bread-Making Quality of British-Grown Wheat Varieties. J Sci Food Agric, 40: 51-65.
- Peterson, C.J., Graybosch, R.A., Baenziger, P.S., Grombacher, A.W., 1992. Genotype and Environment Effects on Quality Characteristics of Hard Red Winter Wheat. Crop Sci, 32: 98-103. doi:10.2135/cropsci1992.0011183X003200010022x
- Poland, J.A., Brown, P.J., Sorrells, M.E., Jannink, J.L., 2012. Development of High-Density Genetic Maps for Barley and Wheat Using A Novel Two-Enzyme Genotyping By Sequencing Approach. PLoS ONE 7: 32253.
- Rabinovich, S., 1998. Importance Of Wheat-Rye Translocations for Breeding Modern Cultivars of *Triticum aestivum* L. Klawer Academic Publishers, 100: 401-418. doi.org/10.1023/A:1018361819215
- Ram, S., Sharma, S., Verma, A., Tyagi, B.S., Pena, R.J., 2011. Comparative Analyses of LMW Glutenin Alleles in Bread Wheat Usign Allele-Specific PCR and SDS-PAGE. J Cereal Sci, 54: 488-493.
- Reynolds, M., Foulkes, J., Furbank, R., 2012. Achieving Yield Gains in Wheat. Plant Cell Environtal, 35: 1799-1823.
- Roelfs, A.P., Singh, R.P., Saari, E.E., 1992. Rust Disease of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, CIMMYT 81.
- Saari, E.E., Prescott, J.M., 1975. A Scale for Appraising The Foliar Intensity of Wheat Diseases. Plant Dis Rep, 59(5): 377-380.
- Sade, B., Topal, A., Soylu, S., 1999. Konya Sulu Kosullarında Yetistirilebilecek Makarnalık Buğday Çesitlerinin Belirlenmesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8- 11 Haziran, Konya.
- Sayaslan, A., Seib, P.A., Chung, O.K., 2006. Wet-Milling Properties of Waxy Wheat Flours by Two Laboratory Methods. Journal of Food Engineering, 72: 167-178.
- Schuler, S.F., Bacon, R.K., Gbur, E.E., 1994. Kernel And Spike Character Influence on Test Weight of Soft Red Winter Wheat Crop Sci, 34: 1309-1313. doi.org/10.2135/cropsci1994.0011183X003400050031x
- Singh, N.K., Shepherd, K.W., Cornish, G.B., 1991. A Simplified SDS-PAGE Procedure for Separating LMW Subunits of Glutenin. Journal of Cereal Science, 14: 203-208.
- Summers, R., Payne, P.I., 1997. Inter Wheat Quality Res,3: 185-191.
- Tanaka, H., Shimizu, R., Tsujimoto, H., 2005. Genetical Analysis of Contribution of Low Molecular Weight Glutenin Subunits to Dough Strength in Common Wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica, 141: 157-162.
- Tavella, C.M., 1978. Date of Heading and Plant Height of Wheat Varieties as Related to Septoria Leaf Blotch Damage. Euphytica, 27: 577-580 doi.org/10.1007/BF00043184
- Wilhelm, E.P., Boulton, M.I., Al-Kaff, N., Balfourier, F., Bordes, J., Greenlve, A.J., 2013. *Rht-1* and *Ppd-D1* Associations With Height, Ga Sensitivity, and Days to Heading In a Worldwide Bread Wheat Collection. Theor Appl Genet., 126(1): 2233-2243.
- Yıldırım, A., Sakin, M.A., Karadag, Y., Gokmen, S., Kandemir, N., Akkaya, M.S., Yildirim, F., 2004. Genetic Marker Mediated Transfer of an Alien Gene, *Pm21*, Into Wheat Conferring Resistance to Powdery Mildew. Biotechnol Biotechnol Equip, 18(3):15-19 doi.org/10.1080/13102818.2004.10817081
- Zeller, F.J., Hsam, S.L.K., 1984. Broadening The Genetic Variability of Cultivated Wheat by Utilizing Rye Chromatin. Proc 6th Int Wheat Genetic, Symp, Kyoto, Japan.





**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2021)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.927060

## Honey marketing problems and honey consumption habits in Erzurum

Dilek Kabakcı<sup>a\*</sup>, Ahmet Dodoloğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Production and Technologies, Faculty of Applied Sciences, Muş Alparslan University, Muş, Turkey

<sup>2</sup>Department of Animal Science, Faculty Agricultural, Atatürk University, Erzurum, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [dilek\\_kabakci@hotmail.com](mailto:dilek_kabakci@hotmail.com)

Geliş/Received 24/04/2021

Kabul/Accepted 04/08/2021

### ABSTRACT

In this study a survey was made for determining honey consumption habits and honey marketing problems between 1-31 March 2010. In the consumers based research data were collected from (105 consumers) criterias when buying honey, different kinds and health benefits of honey in Erzurum. According the assessments of results; it was found that 46.66% of consumers consumed 5 kg of honey per capita per annum and taken into consideration using honey every day. It was determined that the product quality and floral source of honey were more important than price, brand name, region, flavour and colour for consumers. Most of the consumers (60.95%) preferred cenrifugal honey in this study. According to the survey findings, the brand did not have an important effect on consumers' honey consumption and purchasing habits. This result revealed that there was a negative situation about production and marketing of honey in Erzurum.

**Anahtar Sözcükler:**  
Arıcılık  
Bal pazarlama sorunları  
Bal tüketimi  
Tüketim alışkanlıkları

### Erzurum piyasasında bal pazarlama sorunları ve bal tüketim alışkanlıkları

### ÖZET

Erzurum yöresinde, bal tüketim alışkanlıklarını ve bal pazarlama sorunlarını belirlemek amacıyla, 1-31 Mart 2010 tarihleri arasında, bir anket çalışması yapılmıştır. Ankete katılan 105 tüketiciye ait veriler, bal satın alırken dikkat ettikleri hususlardan, bal tercihlerinden ve sağlık açısından balın faydalarından elde edilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre; tüketicilerin %46.66'sının yılda 5 kg bal tükettiği ve günlük beslenmelerinde mutlaka bal kullandıkları belirlenmiştir. Tüketicilerin bal alırken fiyat, marka, bölge, tat, koku ve renkten daha çok kalitesine ve üretildiği kaynağa önem verdikleri belirlenmiştir. Ayrıca, tüketicilerin çoğunun (%60.95) bal tüketiminde süzme bal tercih ettikleri de tespit edilmiştir. Tüketicilerin bal satın alma ve tüketim alışkanlıklarında markaya önem vermemeleri, markalı bal üretimi ve pazarlanması açısından olumsuz bir durumu ortaya çıkardığı belirlenmiştir.

**Keywords**  
Beekeeping,  
Honey marketing problems,  
Honey consumption,  
Consumption Habits

## 1. Introduction

Beekeeping, using herbal resources, bee and family work force together and effectively, with products such as honey, pollen, royal jelly, propolis, bee venom, which human beings cannot give up for human food, health protection and treatment, as well as queen, swarm, pack bee It is the whole activity of producing living materials such as (Fıratlı et al., 2000). Honey, pollen, royal jelly, beeswax, propolis and bee venom obtained from honey bees are of great economic and ecological importance. In addition, it is very important for human nutrition and health and is used as a medicine in the treatment of many diseases (Kaftanoğlu et al., 1992; Kumova, 2001). Honey is the most produced main bee product in the world. However, beeswax, pollen, royal jelly, bee venom and propolis are also important beekeeping products (Fıratlı and Gençer., 1994). Honey yield per colony reaches 40-64 kg, especially in some countries with developed beekeeping. According to the 2018 FAO data, average 114 113 tonnes, is Turkey's third largest honey-producing countries in the world honey production. However, it ranks low in productivity with a yield level of 15-16 kg per colony. Turkey, despite the fact that the world's third-largest honey producer, honey exports is very low. Turkey, Saudi Arabia, especially in Germany, France, the Netherlands, Cyprus, Kuwait, Italy, the honey exported to countries such as Spain. 95% of pine honey is exported to EU countries (FAO, 2018). Turkey, climate, vegetation and has a very positive potential for apiculture as natural conditions such as topographic structure. The beekeeping sector has shown a great development in recent years. However, the increase in production per colony is far below the value required by natural conditions. Although the total bee hive existence, the ratio of modern hives and the density of colonies per unit area have continuously increased since the 1960s, the productivity did not increase at the same level. However, what is important in beekeeping is not the number of colonies, but the level of productivity (Fıratlı et al., 2000). Despite the increase in the number of bee colonies in Turkey every year, it has dropped honey yield per colony. When the data of previous years are examined, honey yield per colony is 15-16 kg. This decrease is thought to be due to the increase in the number of colonies (FAO, 2008; Anonim 2019). Beekeeping in Erzurum is far below the potential required by the ecological wealth of the province. In order for the beekeeping in the region to reach the desired level, it is necessary to conduct research and guide beekeepers on issues such as the use of breeding and modern equipment, bee health, and reducing the loss of feeding and wintering. Apart from this, there is a need for scientific suggestions on preparing colonies for nectar flow, modern arrangement of apiaries, prevention of swarming, organization of beekeepers, raising awareness of consumers about bee products and marketing (Anonim 2004). In this study, in order to investigate honey marketing problems in Erzurum, a survey was conducted on consumers who visit different honey stores and the answers of the participants were recorded. Thus, it was aimed to determine the awareness level of the consumers by asking them questions about honey consumption, honey preference, and whether honey is consumed in sickness or not and suggest solutions on the Erzurum honey marketing problems.

**Table 1.** Number of hives in the year 2009-2019 in Turkey, honey production and yield (Anonymous 2019).

**Çizelge 1.** 2009-2019 Yılları İtibariyle Türkiye’de Kovan Sayısı, Bal Üretimi ve Verimi (Anonim 2019).

Years	Primitive Hive (piece)	Modern Hive (piece)	Total Hives (piece)	Honey Production (tonne)	Honey Yield (kg/colony)
2012	21307	6 191 232	6.348.009	89 162	14.04
2013	-	6 458 083	6.274. 818	94 694	15.10
2014	-	6 888 907	7.082. 732	103 525	14.6
2015	-	7 525 652	7.748.287	108 128	14.00
2016	-	7 679 482	7.900. 364	105 727	13.38
2017	-	7 796 666	7.991. 072	114 471	14.32
2018	-	7 904 502	8.108. 424	107 920	13.30
2019	-	7 929 368	8. 128.360	109 330	13.45

## 2. Material and Method

### 2.1. Materials

### 2.2. Preparation of survey forms

A questionnaire has been prepared in order to determine the honey marketing problems and consumer consumption habits in Erzurum. In the preparation of the questionnaire, the source related to the subject, the information and documents collected were evaluated, and experts and organizations were used. It was determined that the sample size was sufficient.

2.3. Surveys on honey marketing and consumption habits have been prepared.

### 3. Method

#### 3.1. Data Collection Method

The research was carried out according to the full chance trial plan. Within the framework of this plan, the honey marketing businesses to be surveyed were determined. The questionnaire forms were filled by face to face interviews with the business owner and customers in the determined businesses. The enterprises surveyed have been visited 2-3 times at different times.

#### 3.2.2. Surveys

The same questionnaire forms were used for every customer who came to honey businesses. The questionnaire forms are grouped under four main headings. The first part is about honey consumption habits and the issues to be considered when buying honey, the second part is about honey preferences, the third part is about the properties of real honey and the fourth part is about the benefits of honey in terms of health.

#### 3.2.3. Data Collection Application

Between 1-31 March 2010, a survey was applied to customers who come to honey marketing businesses to buy honey.

#### 3.2.4. Data Evaluation

Statistical analysis of the data was done in SPSS 13.0 statistical package program. A total of 105 customers, 44 female and 51 male, were surveyed. Proportional distribution was used to evaluate the data. In addition, the collected data were summarized in rxc dimensional tables and  $X^2$  (chi-square) method was used for the independence test related to them. In cases where the frequencies of the observed values are less than 5, the following equation is used.

$$X^2 = \frac{\sum (|m_i - b_i| - 0,5)^2}{b_i} \quad (1)$$

$m_i$ = observed

$b_i$ = expected frequencies (Yıldız ve Bircan 1994).

One-Way Analysis of Variance (ANOVA / one way) was used in the analysis of the answers given to the questions asked between genders.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Annual honey consumption

The respondents were asked how much their annual honey consumption is and they were asked to make a selection for 5 kg, 10 kg, 15 kg and 20 kg. According to the answers given, the annual honey consumption amount of men and women was determined. In the statistical analyzes regarding annual honey consumption, it was observed that there was no relationship between gender and honey consumption, while the rate of those consuming 5 kg was found to be higher and insignificant ( $p < 0.05$ ) (Table 2).

**Table.2.** Chi-square Table for Annual Honey Consumption  
**Çizelge. 2.** Ki-kare Testi(Yıllık Bal Tüketimine İlişkin Ki-kare Tablosu

Gender x Annual honey consumption	Df	$X^2$	Importance level
	2	7.809	ns

$p < 0.05$ ; ns: Insignificant

**Table 3.** Annual Honey Consumption Distribution by Gender**Çizelge.3.** Cinsiyete Göre Yıllık Bal Tüketim Dağılımı

Options	Woman	Man	Woman (%)	Man (%)	General (%)
	n	n			
5 kg	34	23	62.96	45.09	54.02
10 kg	13	10	24.07	19.60	21.90
15kg	5	11	9.25	21.56	15.23
20kg	2	7	3.70	13.72	8.57

The highest annual honey consumption among women and men was obtained with 62.96% and 45.09%, respectively, at 5 kg. Most of the respondents (54.02%) consume 5 kg of honey per year, followed by 21.90% to 10 kg and 15.23% to 15 kg, respectively (Table 3). In the survey results obtained, most of the participants consumed honey. In terms of annual honey consumption among the male and female groups, it is observed that women have the habit of purchasing more honey. In the previous survey study, the majority of the participants reported that they consume 5-10 kg of honey annually (Roman et al., 2013; Marta et al., 2015; Sayılı, 2013; Saner et al., 2011; Kumova ve Korkmaz 2000). Research results are consistent with our study. Baki 2017, reported the annual honey consumption per person as 1.55 kg in her study in the province of İzmir in 2017, and it was determined that it was incompatible with our study (Baki, 2017).

### 3.2. Use of honey in daily nutrition

In the questionnaire, the participants answered the question "Do you absolutely use honey in your daily diet" as "YES, NO or OCCASIONALLY". In the  $X^2$  test, the effect of gender on daily honey nutrition was found to be insignificant, while the rate of those who said yes was higher and significant ( $p < 0.05$ ) compared to other answers. (Table 4).

**Table 4.** Chi-square Test Results for Daily Honey Nutrition**Çizelge 4.** Günlük Bal Beslenmesine İlişkin Ki-kare Test Sonucu

Chi-square Test				
Gender x	Df	$X^2$	Importance level	
Daily Honey Nutrition	2	0.22	ns	
Varyasyon Kaynağı	Df	KO	F	Importance level
Daily Honey Nutrition	1	27.21	40.13	*
Chi-square Test				
Gender x	Df	$X^2$	Importance level	
Daily Honey Nutrition	2	0.22	ns	

\*:  $p < 0.05$ ; ns: Insignificant

Among the respondents, the rates of those who answered "YES" were 51.85% and 50.98% for men and women, respectively. While the rate of women who answered "NO" to the same question was 5.56%, 7.84% of the men answered "NO". The rate of those who say "I use it occasionally" is 42.59% for women and 48.57% for men (Table 5). Roman et al., 2013 reported the rate of those consuming honey daily as 26.7%. Sayılı reported that 45.83% of the consumers in Tokat province consumed honey daily. It is parallel to our study.

**Table 5.** Honey Usage Rate in Daily Nutrition  
*Çizelge5. Günlük Beslenmede Bal Kullanımı Oranı*

Options	Woman	Man	Woman (%)	Man (%)	General l (%)
	n	n			
Yes	28	26	51.85	50.98	51.42
No	3	4	5.55	7.84	6.66
Occasionally	23	21	42.59	41.17	41.90

As a result of the survey study, it has been determined that women and men take care to use honey almost every day.

### 3.3. Use of alternative food instead of honey

In the questionnaire study, the answers to the question "Do you use alternative foods such as jam, marmalade etc. instead of honey" were recorded as "YES, NO or OCCASIONALLY". According to the statistical analysis, the effect of gender was insignificant in the consumers' use of other products (jam, marmalade, etc.) instead of honey. (Table 6).

**Table 6.** Chi-square Test Results Regarding Use of Alternative Nutrients Instead of Honey  
*Çizelge 6. Bal Yerine Alternatif Besin Kullanımına İlişkin Ki-kare Test Sonucu*

Ki-Kare Testi				
Gender	x	Df	X <sup>2</sup>	Importance level
Alternative food instead of honey		2	4.81	ns

ns: Insignificant

Among the participants, the answers of "YES, NO or OCCASIONALLY" were 42.59%, 18.51% and 38.88% for females, respectively, while these rates were 29.41%, 37.25% and 33.33% for males, respectively (Table7).

**Table 7.** Use of Alternative Nutrients Instead of Honey  
*Çizelge 7. Bal Yerine Alternatif Besin Kullanımı*

Options	Woman	Man	woman (%)	Man (%)	General (%)
	n	n			
Yes	23	15	42.59	29.41	36.19
No	10	19	18.51	37.25	27.61
Occasionally	21	17	38.88	33.33	36.19

According to the survey results, the rate of women using alternative food instead of honey was found to be higher than men. It has been observed that males prefer more honey, while females also consume alternative products instead of honey. In a study, the answer to the question "Do you use alternative products instead of honey?" was investigated. Accordingly, 55.5% answered that I use jam instead of honey. It has been determined that the research is compatible with our study (Arvanitoyannis and Krystallis). Participants were asked what criteria they take into account when buying honey and whether color is important in the quality of honey. The criteria for purchasing honey were evaluated as quality, price, brand and region. The effect of color on honey quality was evaluated as "YES, NO or DON'T KNOW". In the statistical analysis of the survey results, while the effect of gender on the criteria taken into account when purchasing honey was found to be insignificant, it was revealed that the effect of quality on consumers was more important than other criteria ( $p < 0.05$ ) (Table 7).

### 3.4. The criteria consumers pay attention to when purchasing honey

According to the chi-square test, the effect of color on the quality of honey is important and its value is insignificant when evaluated in terms of gender.

Among the other criteria that most of the consumers participating in the survey pay attention to when purchasing honey, taste, smell, color and the relationship between the source from which it is produced and gender are insignificant, and the source from which the honey is produced is found important compared to the others ( $p < 0.05$ ) (Table 8).

**Table 8** Chi-Square Test Results Regarding the Criteria Considered in Honey and the Effect of Color on Quality  
**Çizelge 8.** Balda Dikkat Edilen Kriterler ve Rengin Kaliteye Etkisine İlişkin Ki-kare test Sonucu

Chi-Square Test			
Gender x criteria to be considered in honey	Df	X <sup>2</sup>	Importance level
Gender x Color	3	8.14	ns
Gender x Other criteria	2	4.870	ns
Gender x Other criteria	3	4.32	ns

\*:  $p < 0.05$ ; ns: Insignificant

It has been determined that the consumers pay attention to the quality of 76.19%, the price of 7.16%, the brand of 8.57% and the region of 7.61% when buying honey. Survey respondents, those who care about price and brand were recorded as 1.85% and 12.96% for women, 13.72%, and 3.92% for men, respectively (Table 8).

**Table 9.** Distribution of Effective Criteria for Honey Purchase by Gender

**Çizelge 9.** Cinsiyete Göre Bal Satın Almada Etkili Kriterlere İlişkin Dağılım

Options	Woman	Man	Woman (%)	Man (%)	General (%)
	n	n			
Quality	43	37	79.62	72.54	76.19
Price	1	7	1.85	13.72	7.61
Brand	7	2	12.96	3.92	8.57
Region	3	5	5.55	9.80	7.61
Does Color Affect the Quality of Honey? Balın Kalitesine Rengin Etkisi Var mıdır?					
Yes	41	34	75.92	66.66	71.42
NO	3	10	5.55	19.60	12.38
I do not know	10	7	18.51	13.72	16.19

While 71.42% of the participants said "yes, it is important", 12.38% answered "no" whether the color has an effect on the quality of honey (Table 9).

**Table 10.** Other Criteria Considered By Consumers When Buying Honey  
*Çizelge 10. Tüketicilerin Bal Alırken Dikkat Ettikleri Diğer Kriterleri*

Options	Woman	Man	Woman (%)	Man (%)	General (%)
	n	n			
Taste	15	15	27.77	29.41	28.57
Smell	7	12	12.96	23.52	18.09
Color	9	3	16.66	5.88	11.42
Source from which it is produced	23	21	42.59	41.17	41.90

Other criteria that consumers pay attention to when buying honey are taste, odor, color and the source from which it is produced. While 41.90% of the participants buy honey, 28.57% prefer the source from which it is produced and the taste (Table 10). Although the preferences of women and men in terms of taste, smell and color while purchasing honey are not very high, it has been observed that they attach more importance to taste after the source from which honey is produced. According to the results of the survey study, it was observed that consumers pay attention to the quality and source of honey while buying honey, and the color is not important in the quality of honey. Sayılı stated in her study in 2013 that taste, smell, color and the source from which it was produced were statistically insignificant when asked questions such as taste, smell, color, source of production in honey purchasing. Arvanitoyannis and Krystallis 2006 study, stated that consumers' smell, consistency, aroma, color, brand and label information are important. It has been determined that it is compatible with our research results.

### 3.5. Consumers' ways of protecting honey

Participants answered the question of “HOW DO YOU PROTECT YOUR HONEY” in the questionnaire as a cupboard, kitchen, glass jar or all of them. As a result of the chi-square test, it was observed that there was no relationship between gender and the way of preserving honey, while the rate of those who preferred glass jars was higher than those who said cupboard, kitchen or all (Table 11).

**Table 11.** Chi-square Test Results Regarding Honey Protection ways  
*Çizelge 11. Bal Koruma Şekillerine İlişkin Ki-kare Test Sonucu*

Gender x Honey protection style	Chi-Square Test		
	Df	X <sup>2</sup>	Importance level
	3	1.473	ns

ns: Insignificant

64.76% of the consumers stated that they prefer glass jars, 19.04% cupboards, kitchen and glass jars, 10.47% only the kitchen and 5.71% only the cupboard Table 3.10 In the male and female groups, the highest honey preservation type was found to be glass jars, and the rate of those using cupboards, kitchens and glass jars was 22.22% for women and 15.68% for men.

**Table 12.** Honeys Preserved in Different Ways According to Gender  
*Çizelge 12.. Cinsiyete Göre Farklı Şekillerde Muhafaza Edilen Ballar*

Options	Woman	Man	Woman (%)	Man (%)	General (%)
	n	n			
Refrigerator	2	4	3.70	7.84	5.71
Kitchen	6	5	11.11	9.80	10.47
Glass Jars	34	34	62.96	66.66	64.76
all of them	12	8	22.22	15.68	19.04

The results of the research show that consumers generally prefer glass jars for preserving honey. These preferences of the participants are thought to be in terms of hygiene, ease of use, long-term preservation or visuality.

### 3.6. Consumers' thoughts about crystallizing honey and ways to remove crystallization

Participants were asked about their thoughts about crystallizing honey and their preferred method of removing crystallization. Their thoughts about honey were evaluated as "fake honey", "good honey", "I can't say anything" and "it doesn't matter", and their way of removing crystallization was evaluated as heating, keeping it at 45 °C, keeping it at room temperature and putting it in boiling water with its container. While the relationship between gender and thoughts about crystallizing honey was found to be insignificant according to the chi-square test; The relationship between gender and the methods to remove crystallization was found to be significant ( $p < 0.05$ ). (Table 12).

**Table 13.** Crystallized Honey and Crystallization Removal Analysis and Chi-square Test Result

**Çizelge 13..** Kristalleşen Bal ve Kristalleşmenin Giderilmesine İlişkin Ki-kare Test Sonucu

Chi-Square Test			
Gender x Crystallizing honey	Df	X <sup>2</sup>	Importance level
	3	0.88	ns
Gender x Crystallization removal	3	8.33	*

\*: $p < 0.05$ ; ns: Insignificant

40.74% of women and 43.13% of men think that crystallized honey is good honey, and the ratio of women and men who think that crystallized honey is fake honey is 33.33% and 25.49%, respectively (Table 13).

**Table 14.** Participants' Opinions on Crystallized Honey and Their Preferences in Removing Crystallization

**Çizelge 14..** Katılımcıların Kristalleşen Bal Hakkındaki Düşünceleri ve Kristalleşmeyi Gidermedeki Tercihleri

Options	Woman	Man	Woman (%)	Man (%)	General (%)
	n	n			
Fake honey	18	13	33.33	25.49	29.52
Good honey	22	22	40.74	43.13	41.90
I can't say anything	10	11	18.51	21.56	20
It does not matter	4	5	7.40	9.80	8.57
Consumers' preferred ways to remove crystallization <i>Tüketicilerin kristalleşmeyi gidermede tercih ettikleri yollar</i>					
Heating	5	14	9.25	27.45	18.09
Holding at 45 °C	4	7	7.40	13.72	10.47
Holding at room temperature	8	7	14.81	13.72	14.28
Holding in boiling water bowl	37	23	68.51	45.09	57.14

Considering that the response rates of the participants to good honey and fake honey are close to each other, it is understood that consumers have little information about crystallizing honey. When asked about the way consumers prefer to remove crystallized honey, only 7.40% of women and 13.72% of men preferred to keep it at 45°C. On the other hand, it was determined that 68.51% of women and 45.09% of men chose to put the crystallized honey in boiling water with its container. According to the results of the survey, it is concluded that consumers who see crystallized honey as a defect should be made conscious. Considering the way the consumers follow in bringing the crystallized honey to its consistency, it is observed that they also have insufficient knowledge on this subject.



### 3.7. Consumers' use of honey for therapeutic purposes in the disease

In the question of whether consumers use honey in the treatment of various diseases, the answers received were evaluated as "sometimes, never and always". In the statistical analyzes made, the chi-square test was applied to test the relationship between gender and the use of honey for therapeutic purposes and the test results were found to be insignificant. It was determined that the effect of gender was significant ( $p < 0.05$ ) in the answers regarding the use of honey for therapeutic purposes in diseases. (Table 15).

**Table 15.** Chi-square Test Results Regarding the Therapeutic Use of Honey in Diseases

**Çizelge 15.** Hastalıklarda Balın Tedavi Amaçlı Kullanılması İle İlgili Ki-kare Test Sonucu

Chi-Square Test			
Gender x Use of honey in diseases	Df	X <sup>2</sup>	Importance level
	2	0.23	ns

\*:  $p < 0.05$

59.25% of women sometimes use honey for treatment when you get sick, 35.18% of them always use it, and 5.55% of them stated that they never use it. It was determined that most of the participants (58.09%) used honey for treatment purposes (Table 3.14). Arvanitoyannis and Krystallis, 2006, in their research findings, reported that honey consumed for skin, anti-aging, anti-cancer, and health. Kumova and Korkmaz reported in 2000 studies that honey was used in diseases such as Pharyngitis, Ulcer, Gastritis, Common Cold, Angina, Diabetes, Asthma, Bronchitis, Cancer. The research results have been determined to be consistent with our findings.

### 3.8. What consumers think about real honey prices

One of the questions asked to the participants is their thoughts on real honey prices. Alternatively, they were asked to choose between "important, not important and depending on the situation." As a result of the test, the relationship between gender and consumers' opinions about real honey prices were found to be insignificant (Table 16).

**Table 16.** Chi-square Test Results for Real Honey Prices

**Çizelge 16..** Gerçek Bal Fiyatları İle İlgili Ki-kare Test Sonucu

Gender x Real honey prices	Chi-Square Test		
	Df	X <sup>2</sup>	Importance level
	1	2.98	ns

ns: Insignificant

**Table 17.** Distribution Status of Actual Honey Price by Gender

**Çizelge 17.** Cinsiyete Göre Gerçek Bal Fiyatı İle İlgili Dağılım Durumu

Options	Woman	Man	woman	Man	General
	n	n	(%)	(%)	(%)
Important	15	18	27.77	35.29	31.42
unimportant	19	20	35.18	39.21	37.14
It depends on the situation	20	13	37.03	25.49	31.42

35.18% of the women and 39.21% of the men answered the question of whether the honey you buy is real honey and its price is important for you. In terms of price, the rate of those who said that people are "important or depends on the situation" was recorded as 31.42% (Table 17). As a result of the survey, it is seen that while the price does not matter in the preferences of some of the consumers to consume quality honey, the price is important for some of them.

### 3.9. Questions about real honey

The respondents were asked whether the honey candied in the refrigerator, honey flowing intermittently and honey that does not freeze in cold weather are real, and the answers were recorded as "yes or no". According to the chi-square test, the effect of gender was found to be insignificant and the relationship between sex and intermittently flowing honey was found to be significant ( $p < 0.05$ ). On the other hand, the answers given to whether honey that does not freeze in cold weather is real or not was found to be significant between genders ( $p < 0.05$ ) (Table 3.17).

**Table 18.** Chi-square Test Results Related to Real Honey*Çizelge 18.. Gerçek Bal İle İlgili Ki-kare Test Sonucu*

Chi-Square Test			
Gender x Candied honey in the fridge	Df	X <sup>2</sup>	Importance level
	1	0.25	ns
Gender x Intermittent flow of Honey	1	4.93	*
Gender x Honey freezing in cold weather	1	1.31	ns

\*: p&lt;0.05; ns: Insignificant

‘‘If your honey is candied in the refrigerator, is it real honey?’’ was asked to the respondents. The rate of women saying yes and no was equal (50%), 54.90% for men and 47.61% for men. A great majority of the participants (72.38%) think that honey flowing intermittently is fake (Table 18).

**Table 19.** Distribution Status Related to Real Honey Questions by Gender*Çizelge 19. Cinsiyete Göre Gerçek Bal Soruları İle İlgili Dağılım Durumu*

Options	Woman	Man	Woman (%)	Man (%)	General (%)
	n	n			
If your honey is candied in the refrigerator, is it real honey? Buzdolabında bal şekerleniyorsa gerçek bal mıdır?					
Yes	27	28	50	54.90	52.38
No	27	23	50	45.09	47.61
Is intermittently flowing honey fake? Kesik kesik akan bal sahtemidir?					
Yes	34	42	62.96	82.35	72.38
No	20	9	37.03	17.64	27.65
Is honey that does not freeze in cold weather fake? Soğuk havada donmayan bal sahte midir?					
Yes	29	33	53.70	64.70	59.04
No	25	18	46.29	35.29	40.95

It was determined that 53.71% of the " yes and no" answers, which is another question about real honey, given whether the honey that does not freeze in cold weather is fake or not, consists of women and 64.70% of them are men. It was reported that most of the participants (59.04%) thought that honey freezing in cold weather was real. According to the results of the survey, it is concluded that in parallel with the consumption of honey, people have the characteristics of distinguishing between real and fake honey.

**Table 20.** Consumers' Honey Therapeutic Use Status by Gender*Çizelge 20. Cinsiyete Göre Tüketicilerin Balı Tedavi Amaçlı Kullanım Durumu*

Options	Woman	Man	Woman (%)	Man (%)	General (%)
	n	n			
I use it sometimes	32	29	59.25	56.86	58.09
I've never used	3	4	5.55	7.84	6.66
I always use honey	19	18	35.18	35.29	35.23

In general, it is observed that the participants sometimes or always use honey for therapeutic purposes. The rate of those who never used honey in diseases was found to be 6.66%. According to the results of the survey, it is observed that people have knowledge that honey can be used for therapeutic purposes due to its antimicrobial activity, while considering the proportion of those who never use honey, people should be more conscious about the therapeutic properties of honey.

### 3.10. The importance of honey for health

In the survey made to customers coming to different businesses in Erzurum, different questions were asked about the importance of honey in terms of health. These questions are that honey expels toxic substances from the body, heals wounds, is good for insomnia and heart palpitations, is used in the treatment of ulcers and liver diseases. Answers were recorded as ‘yes or no’. As a result of the analysis of variance, the difference of their responses was found to be statistically insignificant, while the answers of the consumers regarding the use of honey for heart palpitations, ulcers and the treatment of liver diseases were found to be statistically significant ( $p < 0.05$ ) (Table 20). Arvaitoyannis and Krystallis, 2006, in their research findings, reported that honey consumed for skin, anti-aging, anti-cancer, and health. Kumova and Korkmaz 2000 reported that honey was used in diseases such as Pharyngitis, Ulcer, Gastritis, Common Cold, Angina, Diabetes, Asthma, Bronchitis, Cancer. The research results have been determined to be consistent with our findings.

**Table 21.** Chi-square Test Result Showing the Health Importance of Honey Between the Genders

*Çizelge 21. Cinsiyetler Arasında Balın Sağlık Açısından Önemi Gösteren Ki-kare Test Sonucu*

Options	Df	X <sup>2</sup>	Importance level
Expelling toxic substances from the body	1	0.99	ns
Heart palpitations	1	0.54	*
Insomnia	1	1.06	*
To facilitate digestion	1	1.88	ns
Ulcer	1	0.48	ns
Heal wounds	1	0.13	ns
Liver diseases	1	1.72	*

While 62.96% of the women among the consumers who participated in the survey thought that honey is good for heart palpitations, this rate was recorded as 82.35% for men. Most of the participants (89.52%) agreed that honey has therapeutic properties in ulcer disease and 86.66% of them can be used in liver diseases (Table 21).

It has been observed that the benefits of honey, which is a source of healing for humans due to its vitamins and minerals and its structural properties, are not fully known by consumers. For this purpose, people need to be more aware of the benefits of honey.

## 4. Conclusion

In the survey study, a questionnaire containing questions about honey marketing problems in Erzurum market and the honey consumption habits of people was applied and the following results were obtained. It has been determined that most of the consumers have a habit of consuming honey and they always try to use honey in their daily diet. In honey consumption, the quality, taste and source of honey are of great importance for consumers. It has been determined that the consumers do not take the color of honey into consideration when perceiving the quality of honey. In the survey study, it was determined that the effect of the brand on the honey purchasing behavior and consumption habits of the consumers is not important. Today, considering the functions of the brand to inform and protect consumers, to create customer satisfaction and customer loyalty, this result reflects a negative situation in terms of honey production and marketing. For this reason, marketing strategies that give importance to quality and brand should be generalized in Erzurum region. For consumers, the date when honey was produced has been very important in terms of preserving the nutritional properties of honey. Consumers, who prefer more filtered honey, think that honey prices are normal. In our country, there were not enough studies on the subjects discussed in this study, and the findings obtained from the survey study could not be compared with the literature in the thesis, since the topographic structure, climate, vegetation, eating habits and different consumption habits of the people differ in the studies conducted abroad. As a result of It has been observed that the benefits of honey, which is a source of healing for humans due to its vitamins and minerals and its structural properties, are not fully known by consumers. For this purpose, people need to be more aware of the benefits of honey.

**Table 22.** The Therapeutic Use of Honey in Various Diseases  
**Çizelge 22.** Balın Çeşitli Hastalıklarda Tedavi Amaçlı Kullanılması

Options	Woman n	Man n	Woman (%)	Man (%)	General (%)
	It throws out toxic substances from the body Vücuttaki zehirli maddeleri dışarı atar				
Yes	27	28	50	54.90	52.38
No	27	23	50	45.09	47.61
	Good for heart palpitations Kalp çarpıntısına iyi gelir				
Yes	34	42	62.96	82.35	72.38
No	20	9	37.03	17.64	27.65
	Good for insomnia Uykusuzluğa iyi gelir				
Yes	29	33	53.70	64.70	59.04
No	25	18	46.29	35.29	40.95
	It facilitates digestion Hazmı kolaylaştırır				
Yes	45	47	83.33	92.15	87.61
No	9	4	16.66	7.84	12.38
	Used in ulcer treatment Ülser tedavisinde kullanılır				
Yes	48	46	88.88	90.19	89.52
No	6	5	11.11	9.80	10.47
	Has the ability to heal wounds in the body Vücuttaki yaraları iyileştirme özelliğine sahiptir				
Yes	47	44	87.03	86.27	86.66
No	7	7	12.96	13.72	13.33
	Used in liver diseases Karaciğer hastalıklarında kullanılır				
Yes	42	42	77.77	82.35	80
No	12	9	22.22	17.64	20

**Acknowledgments:** Bu tez çalışmamda katkılarından dolayı Prof. Dr. Ferat GENÇ ve Doç. Dr. Berna EMSEN STAINMAN'ı teşekkür ederim.

## References

- Anonim, 2004. T.C Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. II. Tarım Şurası, Hayvan, Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Sağlığı, Ankara, 35-42 s.
- Anonim, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Hayvancılık İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul> (19.03.2021).
- Arvanitoyannis, I., Krystallis, K., 2006, An empirical examination of the determinants of honey consumption in Romania, International Journal of Food Science and Technology, p; 164–1176.
- Baki, F., Saner, G., Adanacıoğlu, H., Güler, D., 2017, IV. IBANESS Congress Series – Russe / Bulgaria, Kongresi bildiriler kitabı, s.785. Bulgaristan.
- FAO, 2018. Statistical Databases/Agriculture, FAOSTAT, [www.fao.org](http://www.fao.org) (19/03/2021).
- Fıratlı, Ç., Gençer H.V., 1994. Dünya arıcılığı ve Türkiye'nin yeri, Türkiye II. Tek. Arıcılık Kong. (8-9 Şubat 1994), Ankara.

- Fıratlı, Ç., Genç F., Karacaoğlu M., Gençer H.V. 2000. "Türkiye Arıcılığının Karşılaştırmalı Analizi Sorunlar – Öneriler" TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisleri Birliği. V. Teknik Kongresi, 811-826 s.
- Kaftanoğlu, O., Kumova U., Yeninar, H., 1992. *Varroa* mücadelesinde son gelişmeler. Doğu Anadolu Bölgesi I. Arıcılık Semineri, 127-137 s, Erzurum.
- Kumova, U., Korkmaz, A., 2000. Arı Ürünleri Tüketim Davranışları Üzerine Bir Araştırma. Türkiye’de Arıcılık Sorunları ve I. Ulusal Arıcılık Sempozyumu. 28-30 Eylül 1999. Kemaliye/Erzincan.
- Kumova, U., 2001. *Varroa jacobsoni* kontrolünde ülkemizde kullanılan bazı ilaçların etkinliğinin araştırılması. Türk. J. Vet. Anim. Sci., 25:597-602.
- Roman, A., Pleban, E.P., Kozak, M., 2013, Factors Influencing Consumer Behavior Relating To The Purchasing Of Honey Part 1. The Buying Process And The Level Of Consumption, DOI: 10.2478/jas-2013-0026J. APIC. SCI. Vol. 57 No. 2
- Saner, G., Yücel, B., Yercan, M., Karaturhan, B., Engindeniz, S., Çukur, F., Kösoğlu, M., 2011. "Organik ve Konvansiyonel Bal Üretiminin Teknik Ve Ekonomik Yönden Geliştirilmesi Ve Alternatif Pazar Olanaklarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma: İzmir İli Kemalpaşa ilçesi Örneği, Gıda tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) Yayınları, Yayın No: 195, Ankara.
- Sayılı, M., 2013. Tokat İlinde Tüketicilerin Arı Ürünleri Tüketim Durumları ve Alışkanlıkları. Uludağ Arıcılık Dergisi, 13 (1): 16-22, Bursa.
- Yıldız, N., Bircan H., 1994. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniversitesi, 266 s, Erzurum.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.931793

## Çanakkale ilinde *Rose yellow vein virus* etmeninin tespiti ve genetik çeşitliliği

Nazlı Kısa, Savaş Korkmaz\*

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [skorkmaz@comu.edu.tr](mailto:skorkmaz@comu.edu.tr)

Geliş/Received 03/05/2021

Kabul/Accepted 31/08/2021

### ÖZET

Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde güller (*Rosa* spp.) doğal olarak yetişmekte veya üretimi yapılmaktadır. Güllerde enfeksiyon oluşturan çok sayıda virüs hastalığı vardır ve bunlardan bir tanesi de *Rose yellow vein virus* (RYVV)'dür. RYVV *Caulimoviridae* familyası içinde *Rosadnavirus* cinsine ait bir virüsdür. Virüs, 9.314 nükleotitten oluşan ssDNA (+) genomuna sahiptir. Etmen ülkemiz için yeni bir virüs olup karakterizasyonu tam olarak yapılmamıştır. Çalışma kapsamında 2018-2019 yıllarında Çanakkale ilinde virüs ve virüs benzeri semptom gösteren 71 gül örneği toplanmıştır. Toplanan örnekler PCR ile kılıf protein genine spesifik primer çifti ile test edilmiştir. Testlemeler sonucunda 71 örneğin 19'u enfekteli olarak bulunmuştur. Enfekteli izolatlardan biri seçilerek ilgilenilen hareket proteini (movement protein; *MP*) ve kılıf proteini (coat protein; *CP*) gen bölgelerinin tamamı PCR ile amplifiye edilmiştir. Elde edilen PCR ürünleri kullanılarak seçilen izolata ait amplifiye edilmiş olan *MP* ve *CP* genlerinin nükleotid dizileri belirlenmiştir. Elde edilen RYVV *MP* ve *CP* genlerine ait nükleotid dizimleri kullanılarak, amino asit dizimleri çıkarılmıştır. Yapılan nükleotid ve amino asit temelli çoklu dizi karşılaştırmaları sonucunda Çanakkale RYVV izolatu ile dünya izolatları arasında nükleotid düzeyinde %96-98, amino asit düzeyinde %98-99 oranlarında benzerlik olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca filogenetik analizler sonucunda Çanakkale RYVV izolatu ile dünya izolatlarının ilişkileri ortaya konulmuştur. Bu çalışma ile ülkemizde ilk defa RYVV Çanakkale izolatının iki gen bölgesine göre moleküler karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Gül  
PCR  
Virüs  
RYVV

### Detection and genetic diversity of *Rose yellow vein virus* in Çanakkale province, Turkey

#### ABSTRACT

Roses (*Rosa* spp.) are naturally grown or produced in almost every region of Turkey. There are numerous viruses that infect roses, including the *Rose yellow vein virus* (RYVV). RYVV belongs in the genus *Rosadnavirus* and the family *Caulimoviridae*. The virus has a ssDNA (+) genome that consists of 9.314 nucleotides. RYVV is a new virus to Turkey and it hasn't yet been characterized. For this reason, 71 roses showing virus and virus-like disease symptoms were collected from Çanakkale province in 2018-2019. The collected samples were tested by PCR with the coat protein gene-specific primer pair. As a result of the tests, 19 out of 71 samples were found to be infected with RYVV. One isolate was randomly selected and the gene regions, movement protein (*MP*), and coat protein (*CP*) were amplified by PCR and the PCR products were sequenced. The amino acid sequences of the RYVV *MP* and *CP* genes were deduced by nucleotide sequence analysis. As a result of multiple sequence comparisons based on two gene regions of the nucleotide and deduced amino acid, the Çanakkale RYVV isolate showed 96-98% nucleotide and 98-99% amino acid similarities with known isolates, respectively. Moreover, as a result of phylogenetic analysis, relationships between the Çanakkale RYVV isolate and the known isolates were revealed. This study was the first to perform molecular characterization of the RYVV Çanakkale isolates, based on two gene regions, in Turkey.

Keywords:  
Rose  
PCR  
Virus  
RYVV

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

Süs bitkileri, genellikle ürünlerinden çok estetik güzellikleri sebebiyle üretimi yapılan bitkilerdir. Bugün ticari amaçla sürdürülen süs bitkileri ve çiçek üretimi gün geçtikçe büyüyen bir sektör halini almıştır. Bu konuda çoğu ülkede büyük yatırımlar yapılmakta olup bu ülkeler arasında bir rekabet bulunmaktadır (Korkut, 1998).

Süs bitkileri 4 temel grup içinde değerlendirilmektedir. Bunlar; dış mekan süs bitkileri, saksılı salon bitkileri, doğal çiçek soğanları ve kesme çiçeklerdir (Titiz ve ark., 2000; Yazgan ve ark., 2005; Yılmaz, 2009). Üretim bakımından bu gruplar incelendiğinde ilk sırada %68,6 ile kesme çiçek yer alırken bunu %27,2 oranla dış mekan süs bitkileri takip etmektedir (Anonim, 2016). Ülkemiz için en önemli süs bitkilerinden bir tanesi ise güldür (*Rosa spp.*). Her bitki türünde olduğu gibi güllerin de hastalık ve zararlıları bulunmakta olup çeşitli enfeksiyonlar sonucu çiçek veriminde ve kalitede kayıplar meydana gelmektedir. Horst ve Clody (2007), güllerde zararlar meydana getirerek çiçek kalitesini ve verimini düşüren 26 farklı biyotik hastalık etmeninin olduğunu bildirmiştir. Ayrıca bu biyotik hastalık etmenlerine ek olarak abiyotik etmenlerinde fizyolojik bozukluklara neden olduğunu belirtmiştir. Oluşan bu kayıpların verim ve kalite üzerinde olumsuz şekilde etki ettikleri de bilinmektedir.

Dünyada gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda güllerde enfekte eden 11 farklı virüs hastalığı tanımlanmıştır (Horst ve Clody, 2007; Karanfil, 2021). Bu etmenlerden en yaygın olanlar ise *Prunus necrotic ringspot virus* (PNRSV), *Arabid mosaic virus* (ArMV), *Apple mosaic virus* (ApMV) olarak bildirilmiştir. Gül yapraklarında çizgili lekeler, rozetleşme, yaprak kıvrıklığı, halkalı leke, cücelik, solgunluk, çiçeklerde renk açılması ve şekil bozukluklarına sebep olan virüsler saptanmasına rağmen bazıları çok özel koşullarda lokal olarak ve nadiren karşımıza çıkan virüs hastalıklarıdır. Güllerde çiçek kalitesi ile verimini düşüren virüs kaynaklı hastalıkların, dünyanın birçok yerinde görüldüğü ve bu hastalıklar üzerine araştırmaların devam ettiği bilinmektedir.

Son yıllarda ABD'de güllerde damar sararma hastalığının etmeni olarak *caulimovirus* benzeri olarak sınıflandırılan *Rose yellow vein virus* (RYVV) etmeni tanımlanmıştır (Lockhart ve ark., 2011). Virüs, daha sonra yapılan çalışmalarda *Caulimoviridae* familyasında *Rosadnavirus* cinsi içinde sınıflandırılmıştır. RYVV 9314 nükleotidten oluşan, toplam 8 açık okuma bölgesi içeren, sirkülatif tek parçalı dsDNA genomuna sahiptir (Milleza ve ark., 2013). RYVV, ABD dışında ilk olarak Yeni Zelanda'da tek bir gül örneğinden tespit edilmiş (Perez-Egusquiza ve ark., 2012), ancak mevcut araştırma sırasında RYVV'nin Yeni Zelanda'nın birçok bölgesinde olduğu doğrulanmıştır. Araştırmacılar RYVV'nin aşılama yoluyla taşınabildiğini, ancak yaprak biti veya mekanik yolla taşınmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca RYVV ile enfekteli gül örneklerinde damar bantlaşması veya merkezi damar klorozunun yaygın bir şekilde görüldüğü belirtilmiştir (Lockhart ve ark., 2011).

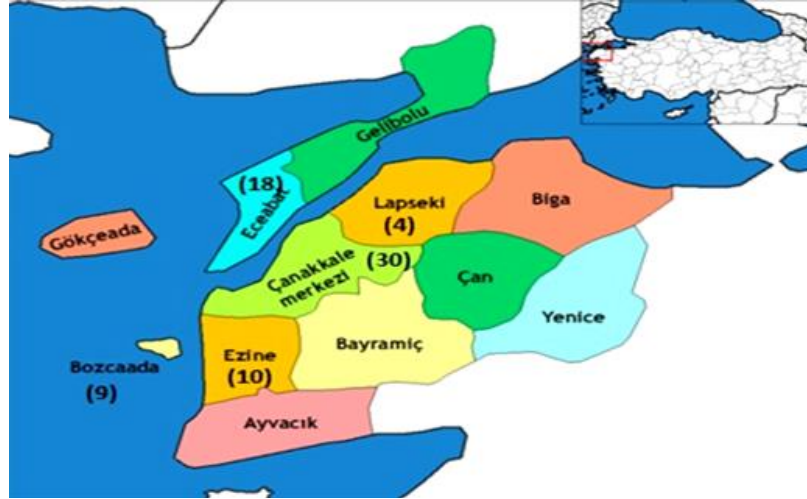
RYVV ülkemizde ilk olarak Karanfil ve ark. (2018) tarafından rapor edilmiştir. Ülkemiz için yeni bir virüs hastalığı olan RYVV ile ilgili son derece sınırlı sayıda çalışma vardır (Karanfil ve ark., 2018; Karanfil, 2021). Bu bağlamda etmenin Çanakkale ilindeki yaygınlığı ve iki farklı gen bölgesine göre genetik çeşitliliği bu çalışma kapsamında araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmalar temel olarak 4 aşamada gerçekleştirilmiştir. Öncelikle Çanakkale ili ve ilçelerindeki park ve bahçe gibi alanlarda bulunan güller görsel olarak incelenmiş, virüs ve virüse benzer belirtiler gösterenlerden örnekler toplanarak laboratuvara getirilmiştir. İkinci aşamada alınan örneklerdeki RYVV'nin enfeksiyonunun belirlenmesi amacı ile örnekler PCR ile test edilmiştir. PCR testleri sonuçlarına göre RYVV ile enfekteli olduğu tespit edilen örnekler, sonrasında ileri analizler yapmak için bir kısmı silika jel içerisinde 4°C'de, kalan kısım ise -80°C'de saklanmıştır. Üçüncü aşama olan moleküler karakterizasyon çalışmalarında PCR testi sonucu pozitif çıkan örnekler içerisinden bir izolat seçilerek, ilgilenilen *MP* (hareket proteini, movement protein) ve *CP* (kılıf proteini, coat protein) gen bölgeleri PCR ile amplifiye edilmiştir. Elde edilen PCR ürünleri kullanılarak seçilen izolata ait amplifiye edilmiş olan *MP* ve *CP* genlerinin nükleotid dizilimleri hizmet alımı ile belirlenmiştir. Son aşamada ise elde edilen RYVV *MP* ve *CP* genlerine ait nükleotid dizilimleri kullanılarak, amino asit dizilimleri çıkarılmıştır. Elde edilen bu diziler kullanılarak dünya RYVV izolatları ile Çanakkale RYVV izolatının filogenetik ilişkileri ortaya konmuştur.

### 2.1 Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları 2018-2019 yılları ilkbahar ve yaz aylarında Çanakkale ili ve ilçelerinde gül bitkilerinin bulunduğu park, bahçe gibi rekreasyon alanlarında yürütülmüştür. Bu alanlarda yetiştirilen gül bitkileri görsel olarak incelenmiş RYVV'nin oluşturduğu semptomlara benzer semptom gösteren bitkilerden örnek alınmıştır. Örnekleme yapılan alanlar tamamen tesadüfi olarak seçilmiştir. Yapılan arazi çıkışları sonucunda 71 örnek toplanmıştır (Şekil 1). Toplanan örnekler laboratuvara soğuk zincirde muhafaza edilerek getirilmiş ve bir sonraki aşamaya kadar silika jel içinde buzdolabında bekletilmiştir.



Şekil 1. Arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği Çanakkale ilçeleri (Parantez içindeki rakamlar toplanan örnek sayılarını göstermektedir)

Figure 1. Çanakkale districts where field studies were carried out (Figures in parentheses show the number of samples collected)

## 2.2 Polimeraz Zincir Reaksiyonu Analizleri

Toplanan örneklerdeki RYVV enfeksiyonunu tespit etmek amacı ile gerçekleştirilen polimeraz zincir reaksiyonu (polymerase chain reaction, PCR) çalışmalarına total DNA izolasyonu ile başlanmıştır. Total DNA izolasyonunu takiben gen spesifik primer çifti ile PCR testleri gerçekleştirilerek RYVV enfeksiyonu araştırılmıştır. Total DNA izolasyonu Li ve ark. (2008)'nin belirttiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Örneklerdeki virüs varlığı ise Karanfil ve ark. (2018)'nin belirttiği primer çifti ve PCR koşulları uygulanarak araştırılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Rose yellow vein virus* enfeksiyonunun belirlenmesinde kullanılan primer çifti

Table 1. Primer pairs used in determination of *Rose yellow vein virus* infection

Primer Dizisi (5'-3')	Yönü	Ürün	Referans
CGAGATTAACGAAATGGAC	İleri	766 bç	Karanfil ve ark. (2018)
CGTACTCTTTCTTGGCTT	Geri		

RYVV ile enfekteli olarak bulunan bir izolat *CP* ve *MP* gen bölgelerine göre moleküler karakterizasyonu amacı ile seçilmiştir. Seçilen izolatın hedef gen bölgeleri Çizelge 2'deki primer çiftleri kullanılarak PCR ile amplifiye edilmiştir.

## 2.3 Sekanslama, Benzerlik ve Filogenetik Analizler

PCR ile çoğaltılan RYVV *CP* ve *MP* genlerine ait PCR ürünlerinin saflaştırma işlemi EZ Column PCR pürifikasyon kiti (BioBasic, Kanada) kullanılarak üretici firmanın önerileri yönünde gerçekleştirilmiştir. PCR ürünleri sekansa gönderilinceye kadar -20°C' de muhafaza edilmiştir. Gerçekleştirilen sekanslama işlemi ile birlikte RYVV izolatının DNA baz dizilimleri hizmet alımı ile çift yönlü olarak belirlenmiştir (BM Labosis, Ankara). Elde edilmiş olan çift yönlü DNA dizilerinden konsensüs diziler elde edilmiştir. Ayrıca bu dizilerin kodladığı aminoasit içerikleri de belirlenmiştir.

RYVV *CP* ve *MP* genlerinin DNA dizilimleri, dünyanın farklı bölgelerinden gen bankasına kaydedilmiş olan, RYVV izolatlarının *CP* ve *MP* genlerinin DNA dizileriyle karşılaştırılmıştır. Bu amaçla DNA dizileri CLC Main Work Bench V.7.9.1 programında Clustal W kullanılarak nükleotid ve aminoasit düzeyinde karşılaştırılmıştır. Ayrıca dünya izolatları ile benzerlikleri ortaya koyulmuştur.



Çalışmada 8'i dünyanın farklı yerlerine ait ve 1'i Çanakkale'den olmak üzere toplamda 9 izolat arasında incelemeler yapılmıştır. Çanakkale izolatı için CNK öneki kullanılarak adlandırılmıştır. Çalışmada kullanılan dünya izolatlarına ait gen bankası erişim numaraları ve elde edildiği ülke (orijin) bilgileri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. *Rose yellow vein virus*'un kılıf ve hareket proteinlerinin amplifikasyonu için kullanılan primer çiftleri\*  
Table 2. Primer pairs used for amplification of coat and movement proteins of *Rose yellow vein virus*

Virüs	Lokus	Dizi	Ürün (bp)
RYVV	RYVV _F2 (1088, 1105)	GGATGACAGAAGGAAAGG	1508
	RYVV _R2 (2578, 2595)	GGCAGTATTAGGGAGAGA	
	RYVV _F3 (2325, 2341)	TAACGAAATGGACACCT	1481
	RYVV _R3 (3789, 3805)	TTGTTTATGGGCTCTGT	

\*Kullanılan bu primer çiftleri FBA-2019-2891 numaralı proje kapsamında tasarlanmıştır.

Çizelge 3. Dünyanın diğer bölgelerindeki *Rose yellow vein virus* izolatlarının numaraları ve orijinleri  
Table 3. Numbers and origins of *Rose yellow vein virus* isolates from other countries in the world

Erişim Numaraları	Elde Edildiği Ülke
JX887423	Yeni Zelanda
JX430789	Yeni Zelanda
JX887424	Yeni Zelanda
JX430788	Yeni Zelanda
JX028536	ABD
JX887426	Yeni Zelanda
JX887425	Yeni Zelanda
MH395928	Türkiye

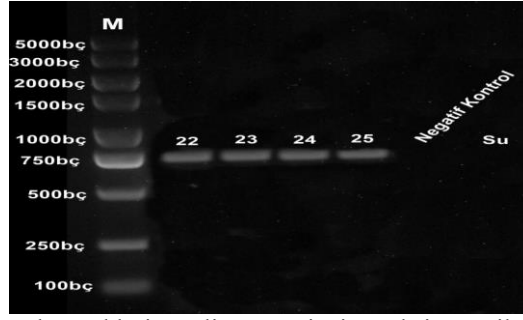
Filogenetik ilişkileri belirlemek amacıyla Neighbor-joining yöntemi kullanılarak filogenetik soy ağaçları her iki gen bölgesi için oluşturulmuştur. Bununla birlikte soy ağacının doğruluğunun istatistiksel olarak belirlenmesi amacıyla 1000 tekerrürlü bootstrap analizi yapılmış ve Çanakkale RYVV izolatının diğer izolatlarla filogenetik ilişkileri ortaya koyulmuştur.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Arazi çalışmaları Çanakkale'de 2018-2019 bahar sezonlarında gerçekleştirilmiştir. Arazi çıkışı yapılan alanlar rastgele seçilmiş ve bitkiler görsel olarak incelenerek bunlardan RYVV benzeri semptom gösteren güllerden örnekler alınmıştır. Arazi çalışmaları sonucunda toplamda 71 örnek toplanmıştır. Yapılan PCR testleri sonucunda 71 örneğin 19'u RYVV ile enfekteli olarak bulunmuştur. PCR çalışmalarında enfekteli bulunan örnekler virüse özgü 766 bp büyüklüğünde bant oluşturmuştur. Negatif kontrol ve su örneğinde ise herhangi bir bant oluşmamıştır.

Virüs tanılama çalışmalarında herhangi bir zorlukla karşılaşılmamış, enfekteli örneklerde istenen büyüklük ve parlaklıkta bantlar elde edilmiştir (Şekil 2). PCR analizleri virüslerin tanısında yaygın olarak ve başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Duyarlılığı çok yüksek olup, kısa sürede sonuç alınmaktadır. Karanfil ve ark. (2018) yaptıkları bir ön çalışmada Çanakkale ve Ankara illerinden topladıkları gül örneklerini RYVV için PCR ile testlemişler ve testlemeler sonucunda etmenin varlığını belirlemişlerdir. Çalışma kapsamında Merkez ilçeden toplanan 30 örneğin 8'i, Eceabat'tan toplanan 18 örneğin 5'i, Lapseki'den toplanan 4 örneğin 3'ü ve Ezine'den toplanan 10 örneğin 3'ü RYVV ile enfekteli olarak bulunmuştur. Bozcaada'dan toplanan 9 örneğin hiçbirinde RYVV bulunamamıştır. Toplanan örneklerde ilçe bazında en yüksek enfeksiyon oranı %75.0 ile Lapseki ilçesinden elde edilirken bunu

%30.0 ile Ezine, %27.7 ile Eceabat ve %26.6 ile Merkez ilçe izlemiştir. Toplamda enfeksiyon oranı %26.8 olmuştur (Çizelge 4).



Şekil 2. Araziden toplanılan bazı gül örneklerin polimeraz zincir reaksiyonu ile testlenmesi sonucu elde edilen agaroz jel görüntüsü (22, 23, 24 ve 25: gül örnek numaraları).

Figure 2. Agarose gel image obtained by polymerase chain reaction testing of some rose samples collected from the field (22, 23, 24 and 25: rose sample numbers).

Arazi çalışmaları kapsamında güllerde yapraklarda çizgili lekeler, rozetleşme, solgunluk, halkalı lekeler, yaprak kıvrıkcılığı, cücelik, çiçeklerde ise renk açılmaları ve şekil bozukluklarına benzer belirtiler gözlenmiştir. Bu belirtileri gösteren ve PCR sonucu enfekteli bulunan gül bitkisi örnekleri Şekil 3’de verilmiştir.

Çizelge 4. Çanakkale ili ve ilçelerinden alınan örnek sayıları, enfekteli örnek sayıları ve enfeksiyon oranları

Table 4. Number of samples taken from Çanakkale province and its districts, number of infected samples and infection rates

Örnek alınan ilçeler	Enfekteli örnek sayısı / Alınan örnek sayısı	Toplanan Örneklerdeki Enfeksiyon oranı (%)
Merkez	8/30	26.6
Eceabat	5/18	27.7
Lapseki	3/ 4	75.0
Ezine	3 /10	30.0
Bozcaada	0/9	0
Toplam	19/71	26.8

Toplanan örnekler içerisinde RYVV benzeri semptom gösteren ancak enfekteli bulunmayan örneklerin büyük olasılıkla başka virüs ya da virüslerle enfekteli olduğu düşünülmektedir. Nitekim Horst ve Cloyd (2007), çalışmalarında güllerde görülen 11 farklı virüs hastalığını tanımlamışlardır. Bunlar arasında en yaygın olanlarını ApMV, PNRSV ve ArMV olarak bildirmişlerdir. Bununla birlikte güllerde cüceliğe, şekil bozukluklarına ve köşeli sarı yaprak lekelerine neden olan *Strawberry latent ringspot virus* (SLRSV)’ü ise bir başka virüs hastalığı olarak belirtmişlerdir. Nitekim içinde Çanakkale ilinin de olduğu gül virüs hastalıklarıyla ilgili olarak gerçekleştirilen bir çalışmada da RYVV’nin güllerin önemli bir hastalığı olduğu belirtilirken, Türkiye güllerinde enfeksiyonu en fazla rastlanılan etmenin PNRSV olduğu belirtilmiştir (Karanfil, 2021).

Gen bankası veri tabanlarında dünyanın farklı üretim bölgelerinden elde edilen sınırlı sayıda RYVV izolatının CP ve MP genlerini içeren bölgelerinin dizilimi bulunmaktadır. Gen bankasında bulunan bu genlerin nükleotid ve amino asit dizilimleri alınarak Çanakkale ili ve ilçelerinden elde edilen RYVV izolatu CP ve MP genlerinin nükleotid ve amino asit dizilimleri ile karşılaştırarak RYVV-CNK izolatının diğer uluslararası izolatlar ile gösterdiği benzerlik oranları ve filogenetik ilişkileri belirlenmiştir.

Nükleotid temelli dizi analizi incelemelerinde CP genine göre Çanakkale RYVV izolatu ile dünya izolatlarının benzerlik oranları karşılaştırıldığında en yüksek benzerliğin %98 oranla RYVV-CNK-CP ile MH395928 izolatları arasında olduğu görülmüştür. Bu iki izolatta ülkemize ait ve yüksek oranda benzerlik gösterdikleri belirlenmiştir. İkinci en yüksek benzerlik oranının ise RYVV-CNK-CP ile JX028536 numaralı Amerika izolatu arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 4a). Amino asit temelli benzerlik dizi analizlerinde RYVV-CNK izolatının CP geni amino asit benzerlikleri incelendiğinde en yüksek benzerliği %99 oranla JX028536 numaralı Amerikan izolatu ile göstermiştir (Şekil 4b).



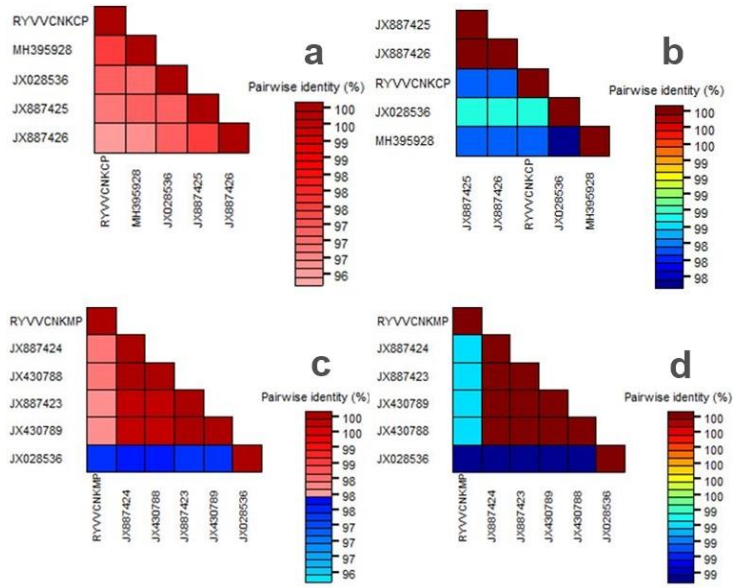
Şekil 3. Arazide *Rose yellow vein virus* benzeri semptom gösteren ve PCR testlemelerinde enfekteli bulunan gül bitkileri (A: Damarlarda renk açılması; B: Yaprak uçlarındaki damarlarda sararma; C: Yapraklarda renk değişimi; D: Damarlarda ve yapraklarda sararma).

Figure 3. Rose plants showing *Rose yellow vein virus*-like symptoms in the field and found as infected in PCR tests (A: Discoloration of veins; B: Yellowing of veins at leaf tips; C: Discoloration of leaves; D: Yellowing of veins and leaves).

*MP* genine göre benzerlik oranları incelendiğinde RYVV-CNK izolatının diğer dünya izolatları ile %97-98 arasında benzerlik gösterdiği görülmüştür. En düşük benzerlik oranının Çanakkale izolatı ile ABD izolatı arasında %97 oranında olduğu belirlenmiştir. Çanakkale izolatı ile en yüksek benzerlik oranının ise JX887424 erişim numaralı Yeni Zelanda izolatı ile %98 oranında göstermiştir. Genel olarak en fazla benzerliğin %100 oranla JX887424 erişim numaralı ve JX430788 erişim numaralı Yeni Zelanda izolatlarının birbirleri arasında olduğu görülmüştür (Şekil 4c). RYVV hareket proteini genlerine göre yapılan aminoasit temelli benzerlik analizleri sonucunda RYVV dünya izolatları ile Çanakkale izolatı arasında %99 oranla benzerlik bulunduğu görülmüştür (Şekil 4d). Dünyada RYVV ile gerçekleştirilen sınırlı sayıdaki çalışmada da bu çalışma sonuçlarını destekler bulgular elde edilmiştir. Perez Eguisquiza ve ark. (2012) tarafından Yeni Zelanda'da gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise Yeni Zelanda RYVV izolatı *CP* geninin %96 oranlarında benzerlikler gösterdiğini tespit etmişlerdir. Karanfil ve ark. (2018) tarafından ülkemizde gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına göre elde ettikleri Türk RYVV izolatı ile dünya RYVV izolatları arasında % 97-98 oranında benzerlik olduğunu belirtmişlerdir.

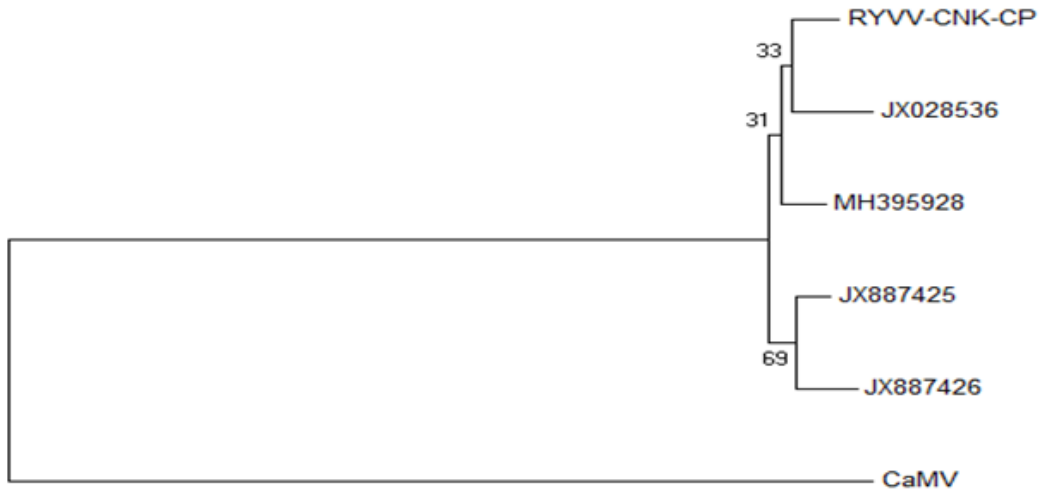
Filogenetik soyağacı kılıf protein genleri nükleotid dizilimlerine göre incelendiğinde 2 ana gruba ayrıldığı görülmüştür. Birinci ana grup RYVV-CNK-CP, JX028536, MH395928 olmak üzere 3, ikinci ana grup JX887425 ve JX887426 olmak üzere 2 izolat içermektedir. Birinci ana grupta Çanakkale, Türkiye ve ABD izolatları yer alırken ikinci grup Yeni Zelanda izolatlarından oluşmuştur. Çanakkale RYVV izolatı ve dünya izolatlarının kılıf protein genine göre nükleotid dizilimleri kullanılarak oluşturulan filogenetik soyağacı Şekil 5'te verilmiştir.

Çanakkale RYVV izolatı ile dünya izolatlarının hareket proteini genine göre nükleotid dizilimleri kullanılarak oluşturulan filogenetik soyağacı Şekil 6'da verilmiştir Şekilde de görüldüğü gibi filogenetik soyağacı 2 ana gruptan oluşmuştur. Birinci ana grupta JX887423, JX430789, JX887424, JX430788 ve RYVV-CNK-MP olmak üzere 5, ikinci ana grupta JX028536 olmak üzere bir izolat yer almıştır. Yeni Zelanda ve Çanakkale izolatları aynı ana grupta yer alırken ABD izolatı diğer ana gruba dahil olmuştur. Çanakkale RYVV izolatının bazı dünya izolatları ile oluşturduğu soy ağacının dalları 31-85 arasında değişen bootstrap değerleri ile doğruluğu desteklenmiştir. Bu değerler, sonuçların tesadüfi olmadığını ve soyağacındaki dallardan birçoğunun istatistiksel açıdan desteklendiğini göstermiştir.

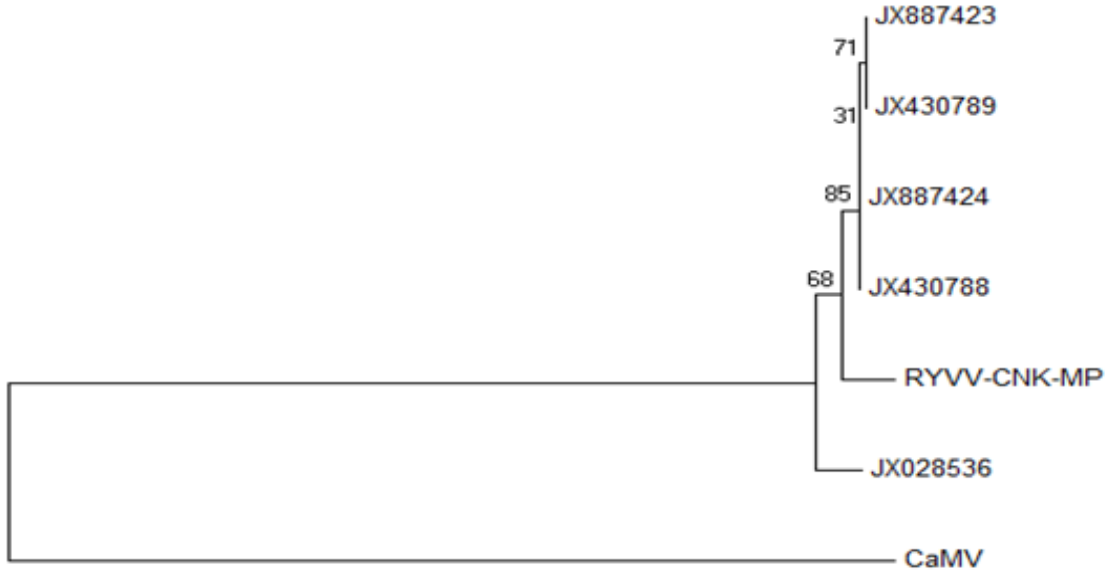


Şekil 4. Çanakkale *Rose yellow vein virus* (RYVV) izolatı ile dünyadaki RYVV izolatlarının kılıf protein (CP) ve hareket protein (MP) gen bölgelerine göre benzerlik oranları (a-b: CP genine göre sırası ile nükleotid ve amino asit düzeyinde benzerlik oranı; c-d: MP genine göre sırası ile nükleotid ve amino asit düzeyinde benzerlik oranı).  
Figure 4. Similarity rates of Çanakkale *Rose yellow vein virus* (RYVV) isolate and RYVV isolates in the world according to coat protein (CP) and movement protein (MP) gene regions (a-b: nucleotide and amino acid level similarity rates based on the CP gene, respectively; c-d: nucleotide and amino acid level similarity rates based on the MP gene, respectively).

Karanfil (2021) tarafından güllerdeki virüs hastalıklarının belirlenmesine yönelik gerçekleştirilen çalışmada da RYVV izolatlarının CP gen bölgesinin kısmi dizilerine göre 3 farklı filogenetik grup oluşumu olduğunu bildirmiştir. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar birbirini destekler niteliktedir.



Şekil 5. Çanakkale *Rose yellow vein virus* izolatının kılıf protein geninin nükleotid dizimleri kullanılarak neighbor-joining yöntemi ile oluşturulan filogenetik soyağacı [Cauliflower mosaic virus (CaMV) dış grup olarak filogenetik ağaçta kullanılmıştır. Genbankası erişim no: M90543]  
Figure 5. The phylogenetic tree of *Rose yellow vein virus* isolates based on the nucleotide sequences of the coat protein protein-coding genome [The phylogenetic tree was constructed by the neighbor-joining and Cauliflower mosaic virus (M90543) was used an outgroup]



Şekil 6. Çanakkale *Rose yellow vein virus* izolatının hareket protein geninin nükleotid dizilimleri kullanılarak neighbor-joining yöntemi ile oluşturulan filogenetik soyağacı [Cauliflower mosaic virus (CaMV) dış grup olarak filogenetik ağaçta kullanılmıştır. Genbankası erişim no: M90543]

Figure 6. The phylogenetic tree of Rose yellow vein virus isolates based on the nucleotide sequences of the movement protein-coding genome [The phylogenetic tree was constructed by the neighbor-joining and Cauliflower mosaic virus (M90543) was used an outgroup]

#### 4. Sonuç

Bundan sonra gerçekleştirilecek çalışmalarda RYVV izolatlarının tüm genom dizilimlerinin belirlenmesine ve ülkemizde RYVV izolatlarının vektör ya da vektörlerinin olup olmadığının tespitine yönelik olarak çalışmaların gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

#### Kaynaklar

- Anonim, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id\\_1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id_1001) Erişim tarihi: 23.08.2017
- Horst, R.K., Cloyd, R., 2007. Compendium of Rose Disease and Pests. APS Press, İkinci Baskı, 96s, Minnesota, ABD.
- Karanfil, A., 2021. Prevalence and molecular characterization of Turkish isolates of the rose viruses. *Crop Protection*, 143: 105565.
- Karanfil, A., Randa-Zelyüt, F., Ertunç, F., Korkmaz, S., 2018. First report of Rose yellow vein virus in Turkey. *New Disease Reports*, 38: 11.
- Korkut, A.B., 1998. Gül Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık s: 28-43.
- Li, R., Mock, R., Huang, Q., Abad, J., Hartung, J., Kinard, G.A., 2008. A reliable and inexpensive method of nucleic acid extraction for the PCR-based detection of diverse plant pathogens. *J Virol Methods* 154: 48–55.
- Lockhart, B., Zlesak, D., Fetzer, J., 2011. Identification and partial characterization of six new viruses of cultivated roses in the USA. *Acta Hort*, 901: 139–147.
- Milleza, E.J.M., Ward, L.I., Delmiglio, C., Tang, J.Z., Veerakone, S., Perez-Egusquiza, Z., 2013. Received: A survey of viruses infecting Rosa spp. in New Zealand Australasian. *Plant Pathology*, 42(3): 313-320.
- Perez-Egusquiza, Z., Liefing, L.W., Ward, L.I., 2012. First Report of Rose yellow vein virus in Rosa sp. in New Zealand. *APS Journals. Plant Disease*, 97(8): 1122.
- Titiz, S., Çakıroğlu, N., Yıldırım, T.B., Çakmak, S., 2000. Süs Bitkileri Üretim ve Ticaretindeki Gelişmeler. Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odası Ziraat Mühendisleri Odası, Kongresi, Ankara.
- Yazgan, M.E, Korkut, A.B., Barış, E., Erkal, S., Yılmaz, R., Erken, K., Gürsan, K., Özyavuz, M., 2005. Süs Bitkileri Üretiminde Gelişmeler. Ziraat Mühendisleri Odası VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Ankara.
- Yılmaz, İ., 2009. Avrupa Birliği'ne Uyum Sürecinde Türk Kesme Çiçek Sektörünün Swot (Gtzf) Analizi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1):103–112.

**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.932318

## Siyah Alaca ineklerde dış görünüş özellikleri ile süt ve döl verim özellikleri arasındaki genetik ilişkiler

✉ Ramazan Erkmən<sup>a</sup>, ✉ Ertuğrul Kul<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kırşehir, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ertugrul.kul@ahievran.edu.tr

Geliş/Received 03/05/2021

Kabul/Accepted 14/08/2021

### ÖZET

Bu araştırma, Kırşehir ilinde özel bir süt sığırn işletmesinden yetiştirilen 230 baş Siyah Alaca ineğinin dış görünüş özelliklerine ait bazı parametrelerin tahmin edilmesi ve bu özellikler ile süt ve döl verim özellikleri arasındaki korelasyonların belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Genetik parametre tahmini için BLUP Hayvan Modeli'ni (Animal Model, birey modeli) esas alan MTDFREML programından yararlanılmıştır. Dış görünüş özellikleri için kalıtım dereceleri 0.07 ile 0.44 arasında hesaplanmıştır. Genel olarak, sütçülük özelliği için orta, beden özellikleri için düşük-orta, ayak ve bacak özellikleri için düşük, meme özellikleri için ise orta-yüksek düzeyde kalıtım dereceleri hesaplanmıştır. Süt (305-gSV) ve döl verim özellikleri (BITAS, SP ve BA) için kalıtım dereceleri ise 0.05 ile 0.18 arasındadır. Dış görünüş özellikleri ile süt ve döl verim özellikleri arasındaki genetik korelasyonlar sırasıyla -0.90 ile 0.96 ve -0.33 ile 0.61 arasında hesaplanmıştır. Süt ve döl verim özellikleri ile dış görünüş özellikleri arasındaki fenotipik korelasyonlar ise düşük düzeyde ve -0.25 ile 0.25 arasında belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, yüksek sağrılı, narin sütçülük özelliğinde, geniş göğüslü, derin bedenli, alçalan ve geniş sağrılı, dik arka ayak açılı, kuru arka diz yapısı, yüksek arka memeli ve toplam puan bakımından daha iyi damızlık vasfı taşıyan ineklerin daha yüksek süt verimine sahip olduğunu göstermiştir. Dar göğüslü, sığ bedenli, dar sağrılı ve zayıf bir meme bağlantısına sahip inekler ise daha kısa bir BITAS'ye sahiptir. Bu sonuçlar, Siyah Alaca ineklerde bu özelliklerin süt ve döl verim performansının iyileştirilmesinde dolaylı seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Siyah Alaca  
Dış görünüş özellikleri  
Kalıtım derecesi  
Genetik korelasyon  
Fenotipik korelasyon

### Genetic relationships between type traits with milk yield and reproductive traits in Holstein Cows

#### ABSTRACT

This research was carried out to estimate some parameters of type traits of 230 head Holstein cows raised in private dairy cattle enterprise in Kırşehir and determine the correlations between these type traits with milk yield and reproductive characteristics. Estimates of genetic parameters were obtained from MTDFREML software based on BLUP Animal Model (Animal Model, individual model). The heritability for the type traits were calculated from 0.07 to 0.44. Medium heritability for dairy character, low-medium for body conformation traits, low for feet and legs traits, and medium-high for udder traits were generally calculated. The heritability for milk yield (305-dMY) and reproductive traits (CFSI, DO and CI) were varied from 0.05 to 0.18. Genetic correlations between type traits with milk yield and reproductive traits were calculated from -0.90 to 0.96 and -0.33 to 0.61, respectively. The phenotypic correlations between milk and reproductive traits with type traits were determined low level and ranging from -0.25 to 0.25. The results obtained showed that cows with high rump, frailty dairy form, wide strength, deep body depth, descending and wide rump, straight rear legs side view, dry hock status, high rear udder and better breeding characteristics in terms of final score had higher milk yield. Cows with narrow chest with, shallow body depth, narrow rump and weak udder attachment had a shorter CFSI. The results showed that these traits may be used as an indirect selection criterion for improving milk yield and reproduction performance in Holstein cows.

Keywords:  
Holstein cow  
Conformation traits  
Heritability  
Genetic correlation  
Phenotypic correlation

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

Türkiye hayvan varlığı bakımında dünyada ilk sıralarda yer almasına karşın hayvan başına elde edilen verimler yönünden yeterli düzeyde değildir. Özellikle ülkemizde en önemli et ve süt üretim kaynağı olan sığır başına karkas ve süt üretimi 2019 yılı itibari ile yaklaşık 295 kg ve 3158 kg civarındadır (TÜİK, 2021). Ülkemizde sığır başına verim gelişmiş ülkeler ile kıyaslandığında oldukça düşük düzeydedir. Bu durum ülkemizin hala hedeflenen verim seviyesinin çok altında olduğunu ve sığır başına elde edilen süt, et ve döl verimini arttırmak için ıslah çalışmalarına önem verilmesi gerektiğini göstermektedir.

Ekonomik süt sığıri yetiştiriciliğinde süt veriminin önemli olmasının yanı sıra, döl verimi ve uzun ömürlülük, ya da bir ineğin hayatı boyunca yüksek süt verimi ve döl verimine dayanabilecek yapıya sahip olması da önemlidir. Bunun için ineklerin iyi bir soydan gelmelerinin yanı sıra, sağlam ve gelişmiş bir vücut yapısına, kapasiteli bir memeye, ağır bedeni taşıyacak yapıda ayak, tırnak ve bacak yapısına sahip olması gerekir (Çerçi, 2006). Süt sığırlarının daha uzun ömürlü olması ve daha fazla verim vermesi için, damızlık değerlerinin tahmin edilmesinde, verim özellikleriyle birlikte dış görünüş özelliklerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Nitekim dış görünüş özelliklerinden yararlanarak, daha yüksek süt, et ve döl verimine sahip, daha dayanıklı ve uzun ömürlü hayvanların elde edilmesinin mümkün olduğu ve bu durumun da karlılığı olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (Yaylak ve Akbaş, 2004). İneklerin yüksek verimin yükünü uzun yıllar boyunca taşıyabilmesi ancak vücutlarının buna uygun bir yapıda olması ile mümkündür (Ermetin, 2007). Bu nedenle doğrusal tip özellikleri olarak da ifade edilen dış görünüş özellikleri sürü yönetimiyle ilgili birçok avantajlar sağlamaktadır (Yaylak ve Akbaş, 2004).

Dünyada ıslah programları süt verimi ile döl verim özellikleri arasındaki negatif ilişki dikkate alınmadan öncelikle süt verim özellikleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Döl verim özellikleri genellikle düşük kalıtım derecesine sahiptir olması nedeniyle genetik iyileşmeyi artırabilecek, kalıtım derecesi daha yüksek olan diğer özelliklerin ıslah programlarında dikkate alınması gerekir. Doğrusal tanımlama özellikleri seleksiyon indeksi içerisinde yüksek kalıtım dereceleri nedeniyle en önemli alternatif yöntemler arasında yer almaktadır (Madrid Gaviria ve Echeverri Zuluaga, 2014). Özellikle üreme özelliklerinin düşük kalıtım derecesine sahip olması nedeniyle genetik iyileşme amacıyla ilişkili özelliklerden yararlanılması gerekmektedir (Makgahlela ve ark., 2009). Nitekim özellikle döl verim özellikleri ile dış görünüş özelliklerinin beraber kullanıldığı seleksiyon indeksleri üreme performansının artırılmasına önemli derecede katkı sağlayacaktır (Madrid Gaviria ve Echeverri Zuluaga, 2014).

Bugüne kadar birçok çalışmada, süt verimi, döl verimi ve damızlıkta kullanma süreleri ile dış görünüş özellikleri arasında ilişkiler araştırılmış, dış görünüş özellikleri ile verim özellikleri arasında sahada kullanılabilecek sonuçlar belirlenmiştir. Ancak ülkemizde bu konuda yapılan araştırma sayısı yurtdışında yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında sınırlı sayıdadır. Bu nedenle süt veriminin artırılması yönünde yapılacak ıslah çalışmalarında süt verimi ve döl verimi ile ilişkisi olan muhtelif vücut özellikleri üzerinde daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma ile Kırşehir ilinde yetiştiriciliği yapılan Siyah Alaca ineklerde dış görünüş özelliklerine ilişkin kalıtım derecelerinin hesaplanması, ilgili özellikler ile bazı süt ve döl verim özellikleri arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırma materyalini Kırşehir ilinde bulunan özel bir süt sığıri işletmesinde Haziran 2017 ve Ocak 2019 tarihleri arasında buzağılayan 51 baba ve 186 anadan doğan 1 (n=95), 2 (n=48) ve  $\geq 3$ . laktasyonda (n=87) bulunan toplam 230 baş Siyah Alaca inek oluşturmuştur.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Doğrusal tanımlama özelliklerinin tanımlanması

Araştırmada doğrusal tanımlama, 1, 2 ve  $\geq 3$ . laktasyondaki ineklerde laktasyonlarının 30-150. günleri arasında olan ineklerde yapılmıştır. Doğrusal tanımlamada Dünya Holstein Friesian Federasyonu'nun (WHFF) belirlediği 17 özellikten 16'sı dikkate alınmıştır. Bu özelliklerden yalnızca sağrı yüksekliği ölçü bastonundan yararlanılarak cm biriminden belirlenmiştir. Diğer özellikler 1-9 puanlama cetveline göre değerlendirilmiştir (Duru, 2005; Çerçi, 2006; Anonymous, 2018).

### 2.2.2. Doğrusal olmayan puanlama özelliklerinin tanımlanması

Doğrusal olmayan özelliklere göre ineklerin 100 puan üzerinden puanlanmasında her bir özellik ile ilgili unsurlara bakılarak inekler sırasıyla süt tipi, beden kapasitesi, ayak ve bacak yapısı ile meme yapısı bakımından puanlanmış ve sınıflandırma formuna kaydedilmiştir. Ağırlık katsayıları süt tipi için %15, beden kapasitesi için %20, ayak ve bacak yapısı için %25 ve meme yapısı için %40 ile çarpılıp 4 kategori için hesaplanan puanların toplanması suretiyle toplam puan hesaplanmıştır (Kumlu, 2000).

Çizelge 1. Dış görünüş özellikleri için en düşük ve en yüksek puanların anlamı, ideal puanlar, ortalamalar ve standart sapmalar

Table 1. Meaning of lowest and highest scores, ideal scores, means, standard deviations for type traits

Özellikler		En düşük 1	En yüksek 9	İdeal	$\bar{X}$	SD
Sağrı Yüksekliği	SY	Alçak (130 cm)	Yüksek (154 cm)	145	147.42	5.23
Sütçülük Özelliği	SÖ	Kaba	Narin	7-9	5.65	0.93
Göğüs Genişliği	GG	Dar	Geniş	9	5.00	0.87
Beden Derinliği	BD	Sığ	Derin	7	6.02	0.84
Sağrı Eğimi	SE	Yükselen	Alçalan	5	5.49	1.03
Sağrı Genişliği	SG	Dar	Geniş	7-9	5.06	0.88
Arka Ayak açısı	AAA	Dik	Geniş	5	5.37	1.04
Arka Diz Yapısı	ADY	Kaba	Kuru	9	4.77	0.71
Tırnak Taban Yüksekliği	TTY	Alçak	Yüksek	9	5.53	0.79
Arka Bacak Duruşu	ABD	Dışa dönük	İçe dönük	5-9	4.52	1.05
Meme Derinliği	MD	Düşük	Yüksek	5	5.07	1.19
Ön Meme Bağlantısı	ÖMB	Zayıf	Güçlü	7-9	4.63	1.03
Arka Meme Yüksekliği	AMY	Alçak	Yüksek	9	5.27	1.03
Meme Merkez Bağı	MMB	Zayıf	Güçlü	9	5.43	1.59
Ön Meme Başı Yerleşimi	ÖMBY	Lobun dışında	Lobun içinde	5	4.39	0.79
Meme Başı Uzunluğu	MBU	Kısa	Uzun	5	5.00	0.99
Toplam Puan	TP	57	90	>80	79.09	1.35

Kaynak: (Duru, 2005; Bohlouli ve ark., 2015)

### 2.3. Süt ve Döl Verim Özellikleri

Bu çalışmada süt verim özelliği olarak 305 gün süt verimi (305-gSV), döl verim özellikleri olarak ise, buzağılama ile ilk tohumlama arası süre (BİTAS), servis periyodu (SP) ve buzağılama aralığı (BA) kullanılmıştır. Ölü doğum yapanlar, yavru atanlar ve buzağılama aralığı 310 günden az ve 650 günden fazla olanlar değerlendirmeye alınmamıştır (Kumlu ve Akman, 1999). Süt ve döl verimi ile ilgili kayıtlar bilgisayarlı sürü yönetim (afimilk) programından elde edilmiştir.

Çizelge 2. Süt ve döl verim özelliklerine ait tanımlayıcı değerler

Table 2. Descriptive values of milk yield and reproductive traits

	N	$\bar{X}$	$S_x$	$S_{\bar{x}}$	Minimum	Maksimum
305-GSV (kg)	230	9805.09	1715.92	113.15	5054	14425
BİTAS (gün)	230	66.07	19.98	1.32	29	170
SP (gün)	230	134.07	72.04	4.75	40	320
BA (gün)	230	414.53	74.22	4.89	307	590

305-gSV: 305 gün süt verimi, BİTAS: Buzağılama ile ilk tohumlama arası süre, SP: Servis periyodu, BA: Buzağılama aralığı  
 $S_x$  : Standart sapma,  $S_{\bar{x}}$  : Standart hata

### 2.4. İstatistiksel Analizler

Çalışmada, üzerinde durulan özelliklere etki eden faktörler ile tanımlayıcı istatistiklerin belirlenmesinde SPSS 17.0 paket programından yararlanılmıştır. Genetik parametrelerin tahmini için kullanılan MTDFREML programına verilerin aktarılmasında yani pedigrisi ve veri dosyalarının oluşturulmasında Minitap (1998) programı kullanılmıştır. Parametre ve damızlık değer tahmini ve parametreler için BLUP Hayvan Modeli'ni (Animal Model, birey modeli) esas alan MTDFREML adlı bilgisayar programından yararlanılmıştır (Boldman ve ark., 1993).



Aşağıda doğrusal tanımlama özellikleri için kullanılan bireysel hayvan modeli matris yazılımı verilmiştir.

$$y = Xb + Za + e$$

Modelde, y: gözlem değerleri vektörü, b: sabit etkiler (laktasyon sırası faktörü 3 seviyeli, buzağılama mevsimi faktörü 4 seviyeli) vektörü, a: şansa bağlı genetik etkiler vektörü (damızlık değerler vektörü), X ve Z: desen matrisleri ve e: şansa bağlı hata etkileri vektörüdür.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Dış Görünüş Özelliklerine Ait Kalıtım Dereceleri

Bu çalışmada 16 özellik ve toplam puan için ideal puanlar, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Doğrusal tanımlama özelliklerinden sağrı yüksekliği, beden derinliği, sağrı eğimi, arka ayak açısı, meme derinliği ve meme başı uzunluğu puanları ideal ve ideale yakın olduğu, sütçülük özelliği, göğüs genişliği, sağrı genişliği, arka diz yapısı, tırnak taban yüksekliği, arka bacak duruşu, ön meme bağlantısı, arka meme yüksekliği, meme merkez bağı ve ön meme başı yerleşimi puanlarının ise ideal puanlardan uzak olduğu görülmektedir. Toplam puan bakımından ise damızlık olarak kullanılabilir sınıfında yer almaktadır. Süt ve döl verim özelliklerine ait ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Çizelge 2'de özetlenmiştir. 305-gSV, BİTAS, SP ve BA'na ait ortalamalar sırasıyla 9805.09 kg, 66.07 gün, 134.07 gün ve 414.53 gün olarak belirlenmiştir.

Sütçülük Özelliği için kalıtım derecesi 0.29 olarak hesaplanmıştır. Nitekim bu sonuç Klassen ve ark. (1992) ile Duru (2005) tarafından 0.13 ve 0.53 olarak belirlenen araştırma bulguları ile farklı bulunmasına karşın, genel olarak birçok araştırma sonucu ile uyumludur (Veerkamp ve Brotherstone, 1997; Zavadilová ve Štípková, 2012; Zavadilová ve ark., 2014).

Çizelge 3. Dış görünüş özelliklerine ait varyans unsurları ve kalıtım derecesi

Table 3. Variance components and heritability of type traits

	V <sub>a</sub>	V <sub>e</sub>	V <sub>p</sub>	h <sup>2</sup>	S <sub>x̄</sub>	e <sup>2</sup>	S <sub>x̄</sub>
Sağrı Yüksekliği	9.110	17.654	26.764	0.34	0.256	0.660	0.256
Sütçülük Özelliği	0.237	0.583	0.821	0.29	0.250	0.710	0.250
Göğüs Genişliği	0.083	0.632	0.715	0.12	0.179	0.880	0.179
Beden Derinliği	0.145	0.411	0.556	0.26	0.189	0.740	0.186
Sağrı Eğimi	0.163	0.877	1.040	0.16	0.188	0.840	0.188
Sağrı Genişliği	0.181	0.492	0.673	0.27	0.272	0.730	0.271
Arka Ayak Açısı	0.106	0.806	0.912	0.12	0.191	0.880	0.192
Arka Diz Yapısı	0.037	0.466	0.503	0.07	0.142	0.930	0.142
Tırnak Taban Yüksekliği	0.039	0.509	0.547	0.07	0.199	0.930	0.199
Arka Bacak Duruşu	0.189	0.963	1.152	0.16	0.289	0.840	0.289
Meme Derinliği	0.302	0.377	0.679	0.44	0.275	0.480	0.275
Ön Meme Bağlantısı	0.483	0.699	1.182	0.41	0.259	0.590	0.259
Arka Meme Yüksekliği	0.306	0.678	0.983	0.31	0.243	0.690	0.241
Meme Merkez Bağı	0.767	1.564	2.331	0.33	0.225	0.670	0.225
Ön Meme Başı Yerleşimi	0.239	0.380	0.618	0.39	0.275	0.610	0.271
Meme Başı Uzunluğu	0.079	0.904	0.984	0.08	0.199	0.920	0.197
Toplam Puan	0.630	1.000	1.630	0.39	0.133	0.610	0.244

V<sub>a</sub>: eklemeli genetik varyans, V<sub>e</sub>: çevre etkisinden kaynaklanan varyans, V<sub>p</sub>: fenotipik varyans, h<sup>2</sup>: Kalıtım derecesi, e<sup>2</sup>: Hatanın Etki Payı, S<sub>x̄</sub>: Standart hata

Araştırmada beden özellikleri için 0.12 ile 0.34 arasında değişen düşük ve orta düzeyde kalıtım dereceleri belirlenmiştir (Çizelge 3). Görüldüğü üzere göğüs genişliği (0.12) ve sağrı eğimi (0.16) için düşük, beden derinliği (0.26), sağrı genişliği (0.27) ve sağrı yüksekliği (0.34) için belirlenen kalıtım derecesi ise orta düzeyde tespit edilmiştir. Bu değerlerden hem çevresel hem de eklemeli olmayan genetik etkileri içeren kalıcı etkilerin göğüs genişliği ve sağrı eğimi için eklemeli genetik etkilerden daha önemli olduğu, beden derinliği, sağrı genişliği ve sağrı yüksekliği üzerine ise eklemeli genlerin daha fazla etkili olduğu sonucuna varılabilir. Bu çalışmada göğüs genişliği

ve sağrı eğimi için belirlenen kalıtım derecesi Cassandro ve ark. (2015) ile uyumlu olup, beden derinliği, sağrı genişliği ve sağrı yüksekliği için farklı bulunmuştur. Yine çalışma sonucu Türkiye’de Siyah Alaca ineklerde yapılan araştırmalarda sağrı genişliği için farklı, sağrı eğimi için benzer bulunmuştur (Duru, 2005; Çerçi, 2006).

Genel olarak göğüs genişliği ve sağrı eğimi için bu çalışma sonucu ilgili özellikler için orta düzeyde kalıtım derecesi hesaplayan çoğu araştırma sonucundan düşük, beden derinliği, sağrı genişliği ve sağrı yüksekliği için orta düzeyde kalıtım derecesi hesaplayan araştırma bulguları ile uyumludur (Pryce ve ark., 2000; DeGroot ve ark., 2002; Tapki ve Guzey, 2013; Campos ve ark., 2015).

Çizelge 3’de verildiği üzere ayak ve bacak özellikleri (arka ayak açısı, arka diz yapısı, tırnak taban yüksekliği ve arka bacak duruşu) için 0.07 ile 0.16 arasında değişen düşük düzeyde kalıtım derecesi hesaplanmıştır. Bu sonuç üzerinde durulan özellikler üzerine çevresel ve eklemeli olmayan genetik etkilerin önemli etkisinin bir sonucudur. Bir başka ifade ile yüksek düzeyde çevre etkisinden kaynaklanan varyans ile düşük düzeydeki eklemeli genetik varyans bu özellikler için belirlenen düşük kalıtım derecesinin bir sonucudur. Nitekin bu araştırma sonucu ilgili özellikler için çoğu araştırma sonuçları ile uyumludur (Duru, 2015; Çerçi, 2016; Zavadilová ve ark., 2014; Bohlouli ve ark., 2015). Ancak Susanto ve ark. (2018) tarafından tırnak taban yüksekliği ve arka bacak duruşu için 0.236 ve 0.334 olarak belirlenen kalıtım derecesi bu araştırma sonuçlarından yüksektir.

Meme özelliklerinden meme başı uzunluğu (0.08) için düşük, arka meme yüksekliği (0.31), meme merkez bağı (0.33) ve ön meme başı yerleşimi (0.39) için orta, ön meme bağlantısı (0.41) ve meme derinliği (0.44) için ise yüksek düzeyde kalıtım derecesi tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere meme özellikleri için meme başı uzunluğu hariç genel olarak orta ve yüksek düzeyde kalıtım derecesi hesaplanmıştır (Çizelge 3). Bu sonuçlar meme başı uzunluğu hariç meme özellikleri için yapılacak genetik iyileştirmelerde genetik faktörlerin daha fazla etkili olacağına bir göstergesidir. İlgili özellikler için yapılan çalışmalarda da genel olarak orta ve yüksek düzeyde kalıtım dereceleri hesaplanmıştır (Pryce ve ark., 2000; DeGroot ve ark., 2002; Zavadilová ve Štípková, 2012; Campos ve ark., 2015). Ayrıca meme başı uzunluğu için Berry ve ark. (2004) ve Cassandro ve ark. (2015) tarafından sırasıyla 0.14 ve 0.117 olarak belirlenen çalışma sonucu bu araştırma bulgusu ile uyumludur. Farklı olarak Cassandro ve ark. (2015) meme derinliği, ön meme bağlantısı, arka meme yüksekliği, meme merkez bağı ve ön meme başı yerleşimi için 0.048 ile 0.119 arasında değişen düşük düzeyde kalıtım derecesi hesaplamışlardır. Toplam puan için 0.39 olarak hesaplanan kalıtım derecesi ise DeGroot ve ark. (2002)’nin bulgusu ile benzer olmasına karşın birçok araştırma sonucundan yüksektir (Çerçi, 2006; Ermetin, 2007; Campos ve ark., 2015; Cassandro ve ark., 2015).

### 3.2. Süt ve Döl Verim Özelliklerine Ait Kalıtım Dereceleri

Süt ve döl verim özelliklerine ait varyans unsurları ve kalıtım dereceleri Çizelge 4’te verilmiştir. Bu çalışmada 305-gSV için kalıtım derecesi 0.18 olarak hesaplanmıştır. Nitekim 305-gSV için belirlenen kalıtım derecesinin düşük-orta düzeyde olduğu söylenebilir. Bu sonuç, bu özellik için yapılacak seleksiyonların, süt verimini artırmaya yardımcı olabilecek bir genetik değişikliğin elde edilebileceği anlamı taşımaktadır. Yapılan çalışmalarda en düşük kalıtım derecesi DeGroot ve ark. (2002) tarafından 0.13, Misztal ve ark. (1992) tarafından ise 0.44 olarak belirlenmiş olup, diğer çalışmalarda da 305-gSV için orta düzeyde kalıtım derecesi belirlenmiştir (Tapki ve Guzey, 2012; Campos ve ark., 2015; Sarar, 2015; Montaldo ve ark., 2017).

Çizelge 4. Süt ve döl verim özelliklerine ait varyans unsurları ve kalıtım dereceleri

Table 4. Variance componets and heritability of milk yield and reproductive traits

	V <sub>a</sub>	V <sub>e</sub>	V <sub>p</sub>	h <sup>2</sup>	S <sub>x̄</sub>	e <sup>2</sup>	S <sub>x̄</sub>
305-gSV (kg)	501014	2242991	2744005	0.18	0.012	0.810	0.087
BİTAS (gün)	0.281	3.439	3.720	0.08	0.185	0.910	0.183
SP (gün)	0.206	3.925	4.131	0.05	0.162	0.950	0.197
BA (gün)	0.734	4.718	5.452	0.13	0.178	0.87	0.174

305-gSV: 305 gün süt verimi, BİTAS: Buzağılama ile ilk tohumlama arası süre, SP: Servis periyodu, BA: Buzağılama aralığı, V<sub>a</sub>: eklemeli genetik varyans, V<sub>e</sub>: çevre etkisinden kaynaklanan varyans, V<sub>p</sub>: fenotipik varyans, h<sup>2</sup>: Kalıtım derecesi, e<sup>2</sup>: Hatanın Etki Payı, S<sub>x̄</sub>: Standart hata

Döl verim özelliklerinden SP için düşük düzeyde belirlenen kalıtım derecesi (0.05) ise birçok çalışma sonucu ile uyumlu olup (Pozveh ve ark., 2009; Zink ve ark., 2011; Almeida ve ark., 2017), Çerçi (2006) tarafından belirlenen kalıtım derecelerinden daha düşüktür. BA için belirlenen kalıtım derecesi (0.13) konu üzerinde yapılan çalışmalarda da düşük düzeyde belirlenmiş olup, genel olarak elde edilen sonuçlar bu çalışma sonucu ile uyumludur (Sarar, 2015; González-Recio ve ark., 2016; Almeida ve ark., 2017; Montaldo ve ark., 2017). BİTAS için 0.08 düzeyinde kalıtım derecesi tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere BA için belirlenen kalıtım derecesi SP ve BİTAS ile karşılaştırıldığında biraz yüksek olmasına karşın yine de düşük düzeydedir. Bu değerler üreme özelliklerinin büyük oranda çevresel faktörlerden etkilendiği ve bu nedenle bu özellikler için yapılacak doğrudan seleksiyonların yavaş genetik ilerleme sağlayacağını göstermektedir. Nitekim bu durum döl verim özelliklerinin doğrudan seleksiyon kriteri olarak

kullanımının zor olacağı hipotezinini doğrulamaktadır (Almeida ve ark., 2017). Bu nedenle döl verim özelliklerinin iyileştirilmesi için bu özellikler üzerine etkili çevresel faktörlerin iyileştirilmesi yoluna gidilmelidir.

### 3.3. Dış Görünüş Özellikleri ile Süt ve Döl Verim Özellikleri Arasındaki Fenotipik Korelasyonlar

Bu çalışmada 305-gSV ile sütçülük özelliği, sağrı yüksekliği, göğüs genişliği, beden derinliği, sağrı eğimi, sağrı genişliği, arka ayak açısı, arka diz yapısı, tırnak taban yüksekliği ve arka bacak duruşu gibi doğrusal tanımlama özellikleri arasında -0.11 ile 0.09 arasında negatif ve pozitif yönde düşük düzeyde fenotipik korelasyonlar tespit edilmiştir. Ancak 305-gSV ile ön meme bağlantısı (-0.19), arka meme yüksekliği (0.22) ve meme merkez bağı (0.25) ile olan korelasyonlar diğer özelliklerden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 5). Görüldüğü üzere daha zayıf ön meme bağlantısı, daha fazla arka meme yüksekliği ve daha güçlü meme merkez bağı'na sahip olan ineklerin nispeten daha yüksek süt verimine sahip olacağı söylenebilir. Kounu üzerinde yapılan çalışmalarda 305-gSV ile en yüksek fenotipik korelasyonları Tapkı (2001) sütçülük özelliği (0.432), Short ve Lawlor (1992) sütçülük özelliği (0.29), Duru (2005) beden derinliği (0.21), arka meme yüksekliği (0.22) ve meme başı yerleşimi (0.24), Pantelić ve ark. (2012) meme merkez bağı (0.23), Tapkı ve Guzey (2013) meme derinliği (-0.31) ve ön meme bağlantısı (-0.23), Campos ve ark. (2015) sütçülük özelliği (0.25) ve meme derinliği (-0.46), Wasana ve ark. (2015) ise sağrı genişliği (0.20), beden derinliği (0.21) ve meme derinliği (-0.26) arasında belirlemişlerdir. Araştırmada 305-gSV ile toplam puan arasındaki fenotipik korelasyonlar 0.24 düzeyinde hesaplanmış olup toplam puan için daha iyi damızlık vasfı taşıyan ineklerin yüksek süt verimine sahip olacağı söylenebilir.

Çizelge 5. Dış görünüş özellikleri ile süt ve döl verim özellikleri arasındaki fenotipik korelasyonlar

Table 5. Phenotypic correlations between type traits and milk yield and reproductive traits

	305-gSV	BİTAS	SP	BA
Sağrı Yüksekliği	0.02	0.03	0.07	0.07
Sütçülük Özelliği	0.09	0.05	-0.01	0.01
Göğüs Genişliği	-0.05	0.05	0.07	0.12
Beden Derinliği	0.06	-0.04	0.09	0.16
Sağrı Eğimi	0.04	-0.11	0.01	-0.01
Sağrı Genişliği	0.03	0.04	0.05	0.07
Arka Ayak açısı	-0.11	0.03	0.10	0.10
Arka Diz Yapısı	0.09	-0.05	-0.02	0.02
Tırnak Taban Yüksekliği	0.04	0.02	0.07	0.08
Arka Bacak Duruşu	0.13	-0.04	-0.25	-0.24
Meme Derinliği	-0.08	-0.01	-0.05	-0.06
Ön Meme Bağlantısı	-0.19	0.05	0.06	0.06
Arka Meme Yüksekliği	0.22	-0.13	-0.06	-0.06
Meme Merkez Bağı	0.25	-0.08	-0.01	0.01
Ön Meme Başı Yerleşimi	-0.04	0.05	0.13	0.15
Meme Başı Uzunluğu	0.08	-0.01	-0.02	-0.07
Toplam Puan	0.24	-0.06	-0.02	0.04

305-gSV: 305 gün süt verimi, BİTAS: Buzağılama ile ilk tohumlama arası süre, SP: Servis periyodu, BA: Buzağılama aralığı

Döl verim özelliklerinden BİTAS ile tüm doğrusal tanımlama özellikleri arasında -0.16 ile 0.05 arasında değişen düşük düzeyde fenotipik korelasyonlar tespit edilmiştir (Çizelge 5). BİTAS ile toplam puan arasındaki korelasyon ise -0.06 olarak bulunmuştur. Wall ve ark. (2005) tarafından bu çalışma sonucu ile benzer olarak BİTAS ile sağrı eğimi, sağrı genişliği, arka meme yüksekliği ve meme merkez bağı arasında sırasıyla -0.01, -0.02, 0.03 ve 0.03 düzeyinde fenotipik korelasyonlar tespit edilmiştir.

SP ile tüm doğrusal tanımlama özellikleri arasındaki fenotipik korelasyonlar -0.25 ile 0.13 arasında belirlenmiştir. Görüldüğü üzere belirlenen korelasyonlar düşük düzeydedir. Ancak SP ile en yüksek korelasyon arka bacak duruşu (-0.25) arasında hesaplanmıştır. Bu nedenle arka bacak duruşu paralel olan ineklerin SP'nun nispeten daha düşük olacağını söylemek olasıdır. SP ile toplam puan arasında ise negatif yönde ve düşük düzeyde (-0.02) korelasyon belirlenmiştir.

BA ile tüm doğrusal tanımlama özellikleri arasındaki fenotipik korelasyonlar -0.24 ile 0.16 arasında olup düşük düzeyde bulunmuştur. Bu çalışmada BA ile en yüksek korelasyonlar SP'nda olduğu gibi arka bacak duruşu (-0.24) ile belirlenmiştir. Nitekim arka bacak duruşu paralel olan ineklerin BA'nın daha düşük olacağı söylenebilir. Wall ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarında sağrı eğimi, sağrı genişliği, arka meme yüksekliği ve meme merkez bağı arasında -0.02 ile 0.03 arasında değişen çok düşük düzeyde fenotipik korelasyonlar tespit etmişlerdir. Yine bu çalışmada BA ile toplam puan arasındaki korelasyon 0.04 olarak belirlenmiştir.

### 3.4. Dış Görünüş Özellikleri ile Süt ve Döl Verim Özellikleri arasındaki Genetik Korelasyonlar

Bu çalışmada, Çizelge 6'da verildiği üzere 305-gSV ile sütçülük özelliği (0.96), beden derinliği (0.81) ve arka meme yüksekliği (0.65) arasında pozitif, arka ayak açısı ile negatif yönde (-0.90) ve çok yüksek düzeyde genetik korelasyonlar tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere daha narın bir sütçülük özelliğinde, daha derin beden, daha yüksek bir arka meme ile daha dik bir ayak yapısına sahip ineklerin daha yüksek süt verimine sahip olacağı söylenebilir. 305-gSV ile sağrı yüksekliği, göğüs genişliği, sağrı eğimi, sağrı genişliği ve arka diz yapısı arasında yine pozitif yönde ve 0.40 ile 0.48 arasında değişen genetik korelasyonlar tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre yüksek sağrılı, geniş göğüslü, alçalan ve geniş sağrılı ve daha kuru bir diz yapısına sahip ineklerin de daha yüksek süt verimine sahip olacağını söylemek olasıdır. Bu çalışmada 305-gSV ile tırnak taban yüksekliği, arka bacak duruşu, meme derinliği, ön meme bağlantısı ve meme merkez bağı arasında pozitif yönde ve 0.03 ile 0.20 arasında, ön meme başı yerleşimi (-0.05) ve meme başı uzunluğu (-0.09) ile negatif yönde ve düşük düzeyde genetik korelasyonlar hesaplanmıştır. Bu çalışma sonucu ile benzer olarak DeGroot ve ark. (2002) tarafından 305-gSV ile sütçülük özelliği arasında 0.91 düzeyinde yüksek korelasyon belirlenirken yapılan birçok araştırmada ise yine pozitif yönde ve orta düzeyde korelasyonlar tespit edilmiştir (Short ve Lawlor, 1992; Berry ve ark., 2004; Tapki ve Guzey, 2013; González-Recio ve ark., 2016). Bu çalışma sonucu 305-gSV ile sütçülük özelliği ve arka meme yüksekliği (Pantelić ve ark., 2012) ile beden derinliği (Short ve Lawlor, 1992; Campos ve ark., 2015) arasında negatif yönde ilişki belirleyen araştırma sonuçlarından farklı bulunmuştur. Ayrıca arka ayak açısı ile 305-gSV arasında negatif yönde ilişki tespit eden araştırma sonuçları (Pantelić ve ark., 2012; Campos ve ark., 2015; Wasana ve ark., 2015) bu çalışma sonucu ile benzerdir. Farklı olarak çoğu çalışmada (Pryce ve ark., 2000; Berry ve ark., 2004; Duru, 2005; Bohlouli ve ark., 2015) 305-gSV ile arka ayak açısı arasında pozitif yönde genetik korelasyonlar tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada 305-gSV ile toplam puan arasında 0.52 düzeyinde genetik korelasyon tespit edilmiştir. Bu nedenle toplam puan bakımından üstün damızlık özelliği taşıyan ineklerin daha yüksek süt verimine sahip olacağı söylenebilir.

BİTAS ile göğüs genişliği, beden derinliği, sağrı genişliği ve ön meme bağlantısı arasında 0.55 ile 0.61 arasında değişen genetik korelasyonlar tespit edilmiştir. Buradan daha dar göğüslü, daha sığ bedenli, daha dar sağrılı ve daha zayıf bir meme bağlantısına sahip ineklerin daha kısa bir BİTAS'ye sahip olacağı söylenebilir. Sağrı yüksekliği, sütçülük özelliği, beden derinliği, sağrı eğimi, arka ayak açısı, tırnak taban yüksekliği, arka bacak duruşu, meme derinliği, arka meme yüksekliği, meme merkez bağı ve ön meme başı yerleşimi ile BİTAS arasındaki genetik korelasyonlar pozitif yönde, arka diz yapısı ve meme başı uzunluğu ile negatif yönde ve düşük düzeydedir. Bu çalışma sonucu ile benzer olarak Berry ve ark. (2004) tarafından BİTAS ile göğüs genişliği, beden derinliği, sağrı genişliği ve ön meme bağlantısı arasında sırasıyla 0.80 ve 0.68, 0.74 ve 0.40 düzeyinde genetik korelasyonlar hesaplanmıştır. Zink ve ark. (2011) tarafından ise 305-gSV ile göğüs genişliği ve beden derinliği arasında negatif yönde ilişki bulunmuştur. Yine bu çalışma sonucundan farklı olarak Wall ve ark. (2005) ve Zink ve ark. (2011) BİTAS ile sağrı genişliği arasında negatif yönde genetik ilişki belirlemişlerdir. BİTAS ile toplam puan arasındaki genetik korelasyon ise negatif yönde (-0.18) ve düşük düzeydedir. Ayrıca, Almeida ve ark. (2017) tarafından BİTAS ile toplam puan arasında negatif yönde (-0.52) belirlenen genetik korelasyon bu çalışma sonucu ile benzerdir.

Çalışmada SP ile sağrı yüksekliği, sütçülük özelliği, beden derinliği, sağrı eğimi, sağrı genişliği, arka ayak açısı, arka diz yapısı, tırnak taban yüksekliği, arka bacak duruşu, meme derinliği, arka meme yüksekliği, meme merkez bağı ve meme başı uzunluğu ile 0.04 ile 0.22 arasında ve pozitif yönde, göğüs genişliği, ön meme bağlantısı ve ön meme başı yerleşimi arasında ise 0.03 ile -0.20 arasında değişen negatif yönde ve düşük düzeyde genetik korelasyonlar tespit edilmiştir. Pozveh ve ark. (2009) tarafından yapılan araştırmada ise SP ile sütçülük özelliği, beden derinliği, arka bacak duruşu ve arka meme yüksekliği ile pozitif yönde ve oldukça düşük düzeyde genetik korelasyonlar tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucuna benzer olarak, Zink ve ark. (2011) tarafından SP ile sağrı yüksekliği, sütçülük özelliği, beden derinliği, sağrı eğimi, sağrı genişliği, arka diz yapısı, tırnak taban yüksekliği ve arka bacak duruşu arasında pozitif yönde ilişkiler belirlenmiştir. SP ile toplam puan arasındaki genetik korelasyon ise pozitif (0.07) ve düşük düzeyde bulunmuştur.

Bu çalışmada BA ile beden derinliği (0.41) arasında orta düzeyde, sağrı yüksekliği, sütçülük özelliği, göğüs genişliği, arka ayak açısı, tırnak taban yüksekliği, arka bacak duruşu, meme derinliği, ön meme bağlantısı, arka meme yüksekliği ve meme merkez bağı arasında 0.08 ile 0.29 arasında değişen düşük düzeyde ve pozitif yönde genetik korelasyonlar tespit edilirken, sağrı eğimi, sağrı genişliği, arka diz yapısı, ön meme başı yerleşimi ve meme başı uzunluğu ile -0.09 ile -0.33 arasında negatif yönde ve düşük-orta düzeyde genetik korelasyonlar hesaplanmıştır.

Çizelge 6. Dış görünüş özellikleri ile süt ve döl verim özellikleri arasındaki genetik korelasyonlar  
 Table 5. Genotypic correlations between type traits and milk yield and reproductive traits

	305-gSV	BİTAS	SP	BA
Sağrı Yüksekliği	0.47	0.11	0.09	0.17
Sütçülük Özelliği	0.96	0.23	0.06	0.29
Göğüs Genişliği	0.41	0.59	-0.03	0.22
Beden Derinliği	0.81	0.55	0.17	0.41
Sağrı Eğimi	0.51	0.10	0.04	-0.16
Sağrı Genişliği	0.48	0.61	0.21	-0.09
Arka Ayak açısı	-0.90	0.30	0.07	0.23
Arka Diz Yapısı	0.40	-0.03	0.13	-0.27
Tırnak Taban Yüksekliği	0.05	0.13	0.08	0.18
Arka Bacak Duruşu	0.03	0.15	0.19	0.20
Meme Derinliği	0.04	0.06	0.05	0.11
Ön Meme Bağlantısı	0.20	0.56	-0.14	0.08
Arka Meme Yüksekliği	0.65	0.17	0.22	0.15
Meme Merkez Bağı	0.16	0.12	0.18	0.23
Ön Meme Başı Yerleşimi	-0.05	0.20	-0.20	-0.13
Meme Başı Uzunluğu	-0.09	-0.15	0.08	-0.33
Toplam Puan	0.52	-0.18	0.07	0.08

305-gSV: 305 gün süt verimi, BİTAS: Buzağılama ile ilk tohumlama arası süre, SP: Servis periyodu, BA: Buzağılama aralığı

Bu çalışma sonucu ile benzer olarak Pryce ve ark. (2000) BA ile sütçülük özelliği, göğüs genişliği ve beden derinliği arasında 0.26 ile 0.33 arasında değişen genetik korelasyonlar tespit etmişlerdir. Makgahlela ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada BA ile sağrı yüksekliği, sütçülük özelliği ve beden derinliği arasında sırasıyla 0.31, 0.32 ve 0.51 düzeyinde genetik korelasyonlar belirlemişlerdir. Bu çalışma sonucundan farklı olarak Almeida ve ark. (2017) sağrı yüksekliği, göğüs genişliği ve beden derinliği ile BA arasında negatif yönde korelasyonlar tespit etmişlerdir. Çalışmada BA ile toplam puan arasında 0.08 düzeyinde düşük düzeyde genetik korelasyon tespit edilmiştir. Farklı olarak Almeida ve ark. (2017) tarafından BA ile toplam puan arasında negatif yönde (-0.54) genetik korelasyon belirlenmiştir. Bu çalışma ile bazı araştırma sonuçlarında farklı olmasında, kullanılan farklı puanlama yöntemleri ve istatistik modeller ile çalışmalarda kullanılan hayvan sayılarının farklı olması, puanlama yapan kişilerin bilgi ve deneyimi ile çalışmanın farklı yıllarda ve sürü yönetim uygulamaları arasındaki farklılıkların önemli etkisinin olduğu düşünülmektedir (Van Dorp ve ark., 1998).

#### 4. Sonuç

Araştırmada sağrı yüksekliği, sütçülük özelliği, beden derinliği, sağrı genişliği, arka meme yüksekliği, meme merkez bağı, ön meme başı yerleşimi, meme derinliği ve toplam puan için orta düzeyde, göğüs genişliği, sağrı eğimi, arka ayak açısı, arka diz yapısı, tırnak taban yüksekliği, arka bacak duruşu ve meme başı uzunluğu için düşük düzeyde kalıtım dereceleri hesaplanmıştır. 305-gSV için düşük-orta, döl verim özelliklerinden BİTAS, SP ve BA için düşük düzeyde kalıtım dereceleri belirlenmiştir. Bu nedenle 305-gSV ile ilgili doğrusal puanlama özelliklerinden orta-yüksek düzeyde kalıtım derecesine sahip özelliklerin seleksiyon kriteri kullanılabilmesini söylemek olasıdır. Ancak döl verim özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla bu özellikler üzerine etkili çevresel faktörlerin iyileştirilmesi yoluna gidilmelidir.

Dış görünüş özellikleri ile en yüksek genetik korelasyonlar 305-gSV arasında tespit edilmiştir. Döl verim özellikleri ile dış görünüş özellikleri arasındaki genetik korelasyonlar ise düşük-orta düzeyde belirlenmiştir. Bu nedenle süt ve döl verim özellikleri ile orta ve yüksek düzeyde korelasyona sahip dış görünüş özelliklerden herhangi birine dayanan seleksiyonlarla süt ve döl veriminde iyileşme sağlanabileceği söylenebilir. Elde edilen sonuçlar, Siyah Alaca ineklerde bu özelliklerin süt ve döl verim özelliklerinin iyileştirilmesinde dolaylı seleksiyon kriteri olarak kullanılabilmesini göstermiştir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Ramazan Erkmen tarafından yapılan yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. Ayrıca bu çalışmadaki katkılarından dolayı Doç. Dr. Aziz Şahin ve Doç. Dr. Serdar Duru'ya teşekkürlerimizi sunarız.

## Kaynaklar

- Almeida, T.P., Kern, E.L., Daltro, D.D.S., Braccini Neto, J., McManus, C., Thaler Neto, A., Cobuci, J.A., 2017. Genetic associations between reproductive and linear-type traits of Holstein cows in Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(2): 91-98. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000200002>
- Anonymous, 2018. ICAR Guidelines for conformation recording of dairy cattle, beef cattle, dual purpose cattle and dairy goats. The Global Standard for Livestock Data. Section 5-Conformation Recording. Version June 2018, ICAR.
- Berry, D.P., Buckley, F., Dillon, P., Evans R.D., Veerkamp, R.F., 2004. Genetic relationship among linear type traits, milk yield, body weight, fertility and somatic cell count in primiparous dairy cows. *Iris Journal of Agricultural and Food Research*, 43: 161-176.
- Bohlouli, M., Alijani, S., Varposhti, M.R., 2015. Genetic relationships among linear type traits and milk production traits of Holstein dairy cattle. *Annals of Animal Science*, 15(4): 903-917. <https://doi.org/10.1515/aoas-2015-0053>
- Boldman, K.G., Kriese, L.A., Van Vleck, L.D., Van Tassell, C.P., Kachman, S.D., 1993. A Manual for Use of MTDFREML. A Set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Campos, R.V., Cobuci, J.A., Kern, E.L., Costa, C.N., McManus, C.M., 2015. Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in Holstein cows in Brazil. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(4): 476-484. <https://10.5713/ajas.14.0288>
- Cassandro, M., Battagin, M., Penasa, M., Demarchi, M., 2015. Short communication: Genetic relationships of milk coagulation properties with body condition score and linear type traits in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*, 98: 685-691. <https://10.3168/jds.2014-8153>
- Çerçi, S., 2006. Aydın ilinde bazı işletmelerde yetiştirilen Siyah-Alaca süt sığırlarının dış görünüşlerine göre sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 62 sayfa, Aydın.
- DeGroot, B.J., Keown, J.F., Van Vleck, L.D., Marotz, E.L., 2002. Genetic parameters and responses of linear type, yield traits, and somatic cell scores to divergent selection for predicted transmitting ability for type in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 85(6): 1578-1585. [https://10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74227-6](https://10.3168/jds.S0022-0302(02)74227-6)
- Duru, S., 2005. Siyah Alaca sığırlarda dış görünüş özelliklerine ait parametre ve damızlık değer tahmini. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, 134 sayfa, Bursa.
- Ermetin, O., 2007. Konya İlinde soykütüğü çalışmaları yapılan işletmelerde yetiştirilen Siyah Alaca ineklerin bazı fizyolojik ve morfolojik özellikleri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, 96 sayfa, Konya.
- González-Recio, O., Haile-Mariam, M., Pryce, J.E., 2016. Improving the reliability of female fertility breeding values using type and milk yield traits that predict energy status in Australian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 99(1): 493-504. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10001>
- Klassen, D.J., Monardes, H.G., Jairath, L., Cue, R.I., Hayes, F., 1992. Genetic correlations between lifetime production and linearized type in Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 75(8): 2272-2282. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77988-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77988-0)
- Kumlu, S., 2000. Damızlık ve kasaplık sığır yetiştirme. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları Yayın No, 3, Ankara.
- Kumlu, S., Akman, N., 1999. Türkiye damızlık Siyah Alaca sürülerinde süt ve döl verimi. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 39(1): 1-15.
- Madrid Gaviria, S., Echeverri Zuluaga, J.J., 2014. Association between conformation traits and reproductive traits in Holstein cows in the department of Antioquia-Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 67(2): 7321-7329. <https://doi.org/10.15446/RFNAM.V67N2.44174>
- Makgahlela, M.L., Mostert, B.E., Banga, C.B., 2009. Genetic relationships between calving interval and linear type traits in South African Holstein and Jersey cattle. *South African Journal of Animal Science*, 39(1): 90-92. <https://doi.org/10.4314/sajas.v39i1.61221>
- Minitab, 1998. Minitab Reference Manuel, Release 12, For Windows Minitab Inc.
- Misztal, I., Lawlor, T.J., Short, T.H., VanRaden, P.M., 1992. Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model. *Journal of Dairy Science*, 75(2): 544-551. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77791-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77791-1)
- Montaldo, H., Trejo, C., Lizana, C., 2017. Genetic parameters for milk yield and reproduction traits in the Chilean Dairy Overo Colorado cattle breed. *Ciencia e Investigación Agraria*, 44(1): 24-34. <https://doi.org/10.7764/rcia.v44i1.1562>
- Pantelić, V., Nikšić, D., Ostojić-Andrić, D., Novaković, Z., Ružić-Muslić, D., Maksimović, N., Lazarević, M., 2012. Phenotypic and genetic correlations of milk and type traits of Holstein-Friesian bull dams. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28(1): 1-10. <https://doi.org/10.2298/BAH1201001P>

Pozveh, S.T., Shadparvar, A.A., Shahrababak, M.M., Taromsari, M.D., 2009. Genetic analysis of reproduction traits and their relationship with conformation traits in Holstein cows. *Livestock Science*, 125(1): 84-87. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.02.015>

Pryce, J.E., Coffey, M.P., Brotherstone, S., 2000. The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 83(11): 2664-2671. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75160-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75160-5)

Sarar, A.D., 2015. Siyah Alaca ineklerde süt ve döl verimine ait bazı fenotipik ve genotipik parametre tahminleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 60 sayfa, Hatay.

Short, T.H., Lawlor, T.J., 1992. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 75(7): 1987-1998. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77958-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77958-2)

Susanto, A., Nurgiartiningasih, V.M.A., Hakim, L., 2018. (Co) variance components and genetics parameter estimation for linear traits in Holstein cattle in Indonesia, traits related to foot/leg and udder. *Archives Animal Breeding*, 61(4): 491-496. <https://doi.org/10.5194/aab-61-491-2018>

Tapkı, İ., 2001. Siyah Alaca sığırlarda bazı meme ölçüleri ve form özellikleri ile süt verimi arasındaki ilişki. Doktora Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı, 92 Sayfa, Antakya.

Tapkı, İ., Guzey, Y.Z., 2013. Genetic and phenotypic correlations between linear type traits and milk production yields of Turkish Holstein dairy cows. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 3(11): 755-761.

TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), (Erişim tarihi: 15.03.2021).

Van Dorp, T.E., Dekkers, J.C.M., Martin, S.W., Noordhuizen, J.P.T.M., 1998. Genetic parameters of health disorders, and relationships with 305-day milk yield and conformation traits of registered Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 81(8): 2264-2270. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75806-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75806-0)

Veerkamp, R.F., Brotherstone, S., 1997. Genetic correlations between linear type traits, food intake, live weight and condition score in Holstein Friesian dairy cattle. *Animal Science*, 64(3): 385-392. <https://doi.org/10.1017/S1357729800015976>

Wall, E., White, I.M.S., Coffey, M.P., Brotherstone, S., 2005. The relationship between fertility, rump angle, and selected type information in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*, 88(4): 1521-1528. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72821-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72821-6)

Wasana, N., Cho, G., Park, S., Kim, S., Choi, J., Park, B., Do, C., 2015. Genetic relationship of productive life, production and type traits of Korean Holsteins at early lactations. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(9): 1259-1265. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0034>

Yaylak, E., Akbaş, Y., 2004. Siyah Alaca ineklerde doğrusal tanımlama özellikleri. 4. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, 75-79, 01-03 Eylül, Isparta.

Zavadilová, L., Přibyl, J., Vostrý, L., Bauer, J., 2014. Single-step genomic evaluation for linear type traits of Holstein cows in Czech Republic. *Animal Science Papers and Reports*, 32(3): 201-208.

Zavadilová, L., Štípková, M., 2012. Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech Journal of Animal Science*, 57(3): 125-136. <https://doi.org/10.17221/5566-CJAS>

Zink, V., Štípková, M., Lassen, J., 2011. Genetic parameters for female fertility, locomotion, body condition score, and linear type traits in Czech Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 94(10): 5176-5182. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3644>.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.933444

## Toprak işleme ve anız yönetimi uygulamalarının toprağın fiziksel kalite indikatörlerine etkileri

Elif Günel<sup>a\*</sup>, İsmail Çelik<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Serbest Araştırmacı, Tokat, Türkiye

<sup>b</sup> Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Sarıçam, Adana, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: elifgunal@yahoo.com

Geliş/Received 05/05/2021 Kabul/Accepted 10/07/2021

### ÖZET

Bitkisel üretimde tohum yatağı hazırlığı ve yabancı ot mücadelesi amacı ile kullanılan toprak işleme, sağladığı faydanın yanında sebep olduğu tahribat nedeniyle her zaman araştırmacıların çok fazla ilgisini çekmiştir. Bu çalışma, 11 yıldır devam eden ve 2 geleneksel, 3 azaltılmış ve 2 sıfır toprak işleme yönteminin toprak kalitesine etkisinin araştırıldığı bir deneme alanında, uygulamaların toprağın fiziksel kalite (FTK) indikatörlerine ve genel olarak FTK'ne etkisini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Çalışmada, kışlık buğday-mısır/soya fasulyesi rotasyonunda bitkisel üretim yapılmıştır. 2017 yılı Kasım ayında, mısır hasadından sonra, her parselden 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmış ve her parselde penetrasyon direnci (PD) ölçümleri yapılmıştır. Toprak fiziksel kalitesini değerlendirmek amacı ile agregat stabilitesi (AS), hacim ağırlığı (HA), yarayışlı su içeriği ve su dolu gözenek hacmi belirlenmiştir. Doğrusal olmayan skorlama eğrileri kullanılarak, elde edilen değerler 0 ile 1.0 arasında skorlara dönüştürülmüştür. Skorların birleştirilmesi ile her toprak işleme yöntemi için bir TFK indeksi hesaplanmıştır. Toprak işleme yöntemlerinin tamamı, FTK indikatörleri ve indeksi üzerine önemli düzeyde etki etmiştir. Her üç derinlikte de en düşük AS skorları, anızların yakıldığı geleneksel uygulamada elde edilmiş, AS skorları derinlikle birlikte artmıştır. En düşük HA skorları, azaltılmış ve sıfır toprak işleme yöntemleri için hesaplanmıştır. Tüm toprak işleme uygulamalarında derinlikle birlikte PD skorları önemli düzeyde artmıştır. Korunmalı işleme uygulamalarda tespit edilen sıkışma, su dolu gözenek hacminin önemi miktarda artışına neden olmuştur. Yüzey ve işleme derinliği altındaki sıkışma nedeniyle, korunmalı yöntemlerde TFK skorları daha düşüktür. Ancak stratejik toprak işleme uygulamasının, sıfır toprak işleme altında gerçekleşen sıkışıklığı gidermede önemli düzeyde etkili olmuştur.

**Anahtar Sözcükler:**  
İndikatör  
Agregat stabilitesi  
Yarayışlı su  
Sıkışma  
Su dolu gözenek hacmi

### Effects of tillage practices and residue management on soil physical quality indicators

#### ABSTRACT

Tillage, which is used for seed bed preparation and weed control in plant production, has always attracted the attention of researchers due to the damage caused, as well as the benefits provided. This study was carried out to determine the effects of tillage practices and residue management on soil physical quality (SPQ) indicators and SPQ in general. The 11 year-old study included 2 conventional, 3 reduced and 2 zero tillage methods. Crop production was carried out in the winter wheat-corn/soybean rotation. Disturbed and undisturbed soil samples were taken from 0-10, 10-20 and 20-30 cm depths from each plot in November 2017 after the corn harvest, and penetration resistance was measured in each plot. Aggregate stability (AS), bulk density (BD), available water content and water-filled pore space were determined to assess the SPQ. The values obtained were converted into scores between 0 and 1.0 using nonlinear scoring curves. A SPQ index was calculated for each soil tillage method by integrating the individual scores. Tillage methods had a significant effect on SPQ indicators and index.

**Keywords:**  
Indicator  
Aggregate stability  
Available water  
Compaction  
Water filled pore space



The lowest AS scores at all three depths were obtained in conventional method of stubble burning, and the AS scores increased with the depth. The lowest BD scores were calculated for reduced and zero tillage methods. PD scores significantly increased with depth in all tillage methods. The compaction detected in conservational methods caused a significant increase in water-filled pore space. The SPQ scores were lower in conservational methods due to compaction at surface and below the tillage depth. However, strategic soil tillage was significantly effective in eliminating the compaction occurred under zero tillage.

## 1. Giriş

Arazi bozulması, doğal yollarla veya hızla artan küresel nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak adına benimsenen sürdürülmesi mümkün olmayan insan faaliyetleri ile ortaya çıkan önemli bir sorundur (Edrisi ve ark., 2021). Derin ve yoğun toprak işleme, hasat artıklarının uzaklaştırılması veya yakılması, bitki gereksinimi ve toprak analizleri dikkate alınmadan yapılan kimyasal gübre kullanımı ve aşırı su kullanımı gibi çeşitli tarımsal uygulamalar toprak, su ve hava kalitesindeki bozulmanın daha da kötüleşmesine neden olmaktadır. Toprak organik karbon içeriğinin azalması, toprak biyo-çeşitliliğinin zayıflaması, sıkışma, artan yüzey akış ve hızlandırılmış besin erozyonu kaybı gibi etkiler toprak kalitesi ile ilişkili ekosistem hizmetlerinin yerine getirilmesini olumsuz etkilemektedir (Lal, 2015). Bu nedenle, korumalı toprak işleme, ürün artıklarının toprağa geri dönüşümü, hayvan gübresi uygulaması ve toprağa daha fazla artık bırakan ürünlerin rotasyona alınması gibi korumalı tarım uygulamalarının benimsenmesi, toprak kalitesinin iyileştirilmesi ile tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması adına son derece gereklidir (Saurabh ve ark., 2021). Geleneksel tarımın korumalı tarıma dönüşümü ile toprakta artan organik madde, toprak kalitesinin iyileşmesine, toprak biyo-çeşitliliğinin zenginleşmesine, toprak agregatlaşmasının artırılmasına ve su ve besin kullanım etkinliğinin artmasına önemli katkı yapma potansiyeline sahiptir (Li ve ark., 2018).

Tarımsal üretimin sürdürülebilirliği, toprak kalitesinin durumu ile yakından ilişkili bir durumdur. Bu nedenle, toprak kalitesinin belirlenmesi ve zaman içerisindeki değişiminin izlenmesi, üreticinin bitkisel üretimde benimsemiş olduğu toprak işleme, sulama, gübreleme gibi tarımsal uygulamaların sürdürülebilir olup olmadığının değerlendirilmesini mümkün kılacaktır (Çelik ve ark., 2021). Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin ortak etkisinin bir göstergesi olan toprak kalitesi, tarımsal uygulamalar nedeni ile toprak koşullarında meydana gelen değişikliklere çok hızlı tepki verip olumlu veya olumsuz bir şekilde değişebilmektedir (Karlen ve ark., 2008). Bireysel olarak fiziksel, kimyasal veya biyolojik toprak özelliklerinin belirlenip her birinin ayrı ayrı izlenmesi yerine fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerden oluşan toprak özelliklerinin belirlenerek birlikte değerlendirilmesi, uygulamalar karşısında toprak kalitesinde meydana gelen değişimin daha doğru yorumlanmasını sağlayacaktır (Budak ve ark., 2018; Bünemann ve ark., 2018; Munoz-Rojas, 2018). Bu durumda, farklı tarımsal üretim sistemleri altında gerçekleştirilen tarımsal üretimin toprağın kalitesine ve kalitesinin sürdürülebilirliğine etkisinin değerlendirilmesi ve izlenmesi için, uygulamalar ile değişimi muhtemel ve toprağın fonksiyonlarını yerine getirmesinde etkili olan toprak özellikleri toprak kalitesinin göstergeleri olarak seçilmelidir (Andrews ve ark., 2004; Acir ve Günel, 2020).

Bir toprağın bitki ve hayvan üretkenliğini devam ettirebilme ve geliştirme, su ve hava kalitesini koruma veya geliştirme kapasitesi olarak tanımlanan toprak kalitesinin (Doran, 2002), korunması ve iyileştirilmesi, ekosistem hizmetlerinin sağlanmasının sürdürülebilirliği için zorunludur. Tarımsal üretimde tercih edilen uygulamalar ve toprak özellikleri ile ilişkilendirilen toprak kalitesinin tanımlanması ve izlenmesi çevresel kalite, tarımsal sürdürülebilirlik ve uygulamaların sosyo-ekonomik boyutunun değerlendirilmesine imkan verebilir (Andrews ve ark., 2002).

Geleneksel toprak ve bitki analizlerinin tarımsal üretimi artırmak için yararlı olduğu bugüne kadar yapılmış birçok çalışmada yeterince ortaya konulmuş olmasına rağmen, bu analizlerde genellikle toprak kimyasal özellikleri dikkate alınmakta ve toprağın fiziksel bozulması dikkate alınmamaktadır. Toprak kalitesi kavramı ise toprakların fonksiyonlarını nasıl yerine getirdiğine dair yeni bir yaklaşımı benimsemektedir. Bu yaklaşım, topraktaki besin elementi miktarlarının belirlenmesinin çok ötesine geçen ve kritik dinamik ve doğal toprak özelliklerini ve süreçlerini tanımlamak ve ölçmek için gerekli olan fiziksel, biyolojik ve kimyasal etkileşimleri de kapsamaktadır (Tilman ve ark., 2002). Toprak Yönetimi Değerlendirme Çerçevesi (SMAF), arazi yönetimi uygulamalarının toprağın fonksiyonlarını (yani, fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçleri) nasıl etkilediğini değerlendirmek için geliştirilen, tekstür sınıfı, Toprak Taksonomisinde alt ordo tanımlaması için toprak organik madde içeriği, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği, mineral sınıfı, iklim, ayrışma sınıfı, eğim, toprak işlevlerini örnekleme zamanı, ürün rotasyonu gibi bilgiyi de kullanan kapsamlı bir araçtır (van Es ve Karlen, 2019). Aynı paradigmaya dayalı doğrudan üretici ve araştırmacıların ihtiyacı olan bilginin karşılanması amacı ile Toprak Sağlığının Kapsamlı Değerlendirilmesi (CASH) geliştirilmiştir. CASH, tarımsal ekosistemler içinde üretimi sınırlandıran faktörün tanımlanmasını sağlayarak verimliliğin artması ve çevresel etkinin azaltılması için en uygun arazi yönetiminin seçimine yardımcı olur. Başlangıçta ABD'nin kuzeydoğusundaki topraklar için kalibre edilen CASH, zamanla farklı coğrafi bölgelere

uyarlanmıştır. Farklı coğrafyalarda yer alan arazilerde toprak kalitesi değerlendirmeleri için CASH kullanan Fine ve ark. (2017), toprakların kalitesindeki farklılıkları tarım sistemlerindeki farklılıklar ile ilişkilendirmişlerdir.

Toprak kalitesinin sayısal olarak ifade edilmesi, belirli bir arazi veya ekosistemde yer alan toprağın kalitesinin değerlendirilmesini sağlar ve farklı arazi kullanımları ve yönetim uygulamalarının karşılaştırılmalarına izin verir. Arazi kullanımı ve yönetimi uygulamalarının toprak kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek için kontrollü koşullar altında karşılaştırmalı uzun süredir devam ettirilen arazi çalışmalarına ihtiyaç vardır. Ancak, dünyanın birçok yerinde uzun yıllardır devam ettirilen çok sayıda çalışma olmasına rağmen, Türkiye’de devam eden uzun süreli denemelerin sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada, 2006 yılında Çukurova Bölgesinde tesis edilen ve özenle devam ettirilen bir çalışmada, arazi yüzeyinde bitki atıklarının yakıldığı veya toprağa tamamen gömüldüğü uzun süreli geleneksel uygulamalar ile anızın bir kısmının ve tamamının yüzeyde bırakıldığı korumalı toprak işleme uygulamaları altında toprağın fiziksel kalitesinin değişimi incelenmiştir. Toprağın fiziksel kalitesi, su, hava, besin maddelerinin depolanması ve iletimi ile kök büyümesine izin verecek düzeyde toprağın dayanıklılığını koruması ile ilişkili olan toprak strüktürel koşulları ile ilişkilidir (Bacher ve ark., 2019). Elde edilen veriler, uzun süreli hasat sonrası artıkların amenajmanın toprağın fonksiyonlarını yerine getirme kapasitesi olarak tanımlanan kalitesi üzerine etkisini değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu kapsamda yapılan değerlendirmeler, hangi uygulamaların terk edilmesi veya hangi uygulamalara devam edilmesi gerektiğine karar vermeyi kolaylaştırmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

#### 2.1.1. Çalışma Alanı

Tarla denemesi 2006 yılında, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma sahasında (37°00'54" N, 35°21'27" E; 32 m denizden yükseklik) tesis edilmiştir. Arık serisi üzerinde yer alan deneme alanı toprakları, yüzeyde ilk 35 cm derinliğinde yüksek düzeyde şişme büzülme potansiyeline sahip kil minerallerinin yer alması nedeniyle, kuruduklarında geniş çatlakların oluştuğu Vertisol ordosunda sınıflandırılmıştır. Düz ve düze yakın bir topoğrafyada yer alan deneme alanı toprakları, Toprak Taksonomisine göre Typic Haploxererts (Soil Survey Staff, 2014) ve World Reference Base’e göre ise Haplic Vertisol (IUSS Working group, 2015) olarak sınıflandırılmışlardır (Çelik ve ark., 2021). Yüzeyden ilk 30 cm derinliğindeki toprakların ortalama kil, silt ve kum içeriği sırası ile %50, %32 ve %18 kumdur. Arık serisi olarak tanımlanan toprakların ortalama pH’sı 7.82, toplam tuz içeriği %0.02 ve kireç içeriği %24.4 olarak bildirilmiştir (Çelik ve ark., 2011).

#### 2.1.2. İklim

Kışları ılık ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak olan çalışma alanı, tipik Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Uzun yıllar yıllık ortalama sıcaklık 19.2 °C ve yıllık toplam yağış miktarı 662.8 mm olan çalışma alanında yıllık toplam buharlaşma 1472 mm’dir. Yıllık yağışın %75’i kış ve ilkbahar aylarında gerçekleşirken özellikle yazlık ekimler için yağış miktarı oldukça yetersizdir (Anonim,2018).

Çizelge 1. Adana İli Merkez’e ait uzun yıllar (1929-2017) ortalama iklim verileri (Anonim, 2018)

Table 1. Average long-term (1929-2017) climate data for Center of Adana province (Anonymous, 2018)

	AYLAR												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama maksimum sıcaklık (°C)	14.8	16.1	19.4	23.7	28.2	31.8	33.9	34.7	33.1	29.0	22.6	16.8	25.3
Ortalama minimum sıcaklık (°C)	5.2	5.9	8.2	11.8	15.7	19.7	22.9	23.3	20.0	15.6	10.7	6.8	13.8
Ortalama Sıcaklık (°C)	9.5	10.5	13.4	17.5	21.7	25.6	28.2	28.7	26.1	21.6	15.8	11.2	19.2
Ortalama Nem (%)	66.2	66.2	65.6	67.6	66.9	66.5	69.0	68.5	63.5	60.7	63.0	67.0	65.9

## 2.2. Yöntemler

### 2.2.1. Tarla Denemesi

Başlangıçta (2006 yılında), 2 geleneksel, 3 azaltılmış ve 1 sıfır toprak işleme sisteminin yer aldığı 6 farklı toprak işleme yönteminin 3 tekerrürlü olarak yer aldığı deneme alanında, 2015 yılında sıfır toprak işleme (STİ) parsellerinin yarısı (240 m<sup>2</sup>) 33-35 cm derinliğinde pulluk ile bir kez işlenerek stratejik sıfır toprak işleme (SSTİ) adı verilen yeni bir uygulama daha eklenmiştir (Şekil 1). Deneme parselleri 40 m uzunluğu ve 12 m genişliğinde olup, her parsel alanı 480 m<sup>2</sup>'dir. Tarımsal faaliyetler esnasında parsellerin zarar görmesini önlemek için her bir parselin çevresinde 4 m boşluk bırakılmıştır. Uzun süreli toprak işlemez yapılan tarımsal üretim sonunda, yüzey ve yüzey yer altı katmanlarda sıkışma, bitki besin elementleri ve organik maddenin yüzey katmanında birikmesi gibi sorunlar toprağın fonksiyon gösterme yeteneğinde azalmaya neden olduğundan dolayı, sıfır toprak işleme parsellerinin yarısı pulluk ile toprak işleme yapılmıştır (Çelik ve ark., 2020).



Şekil 1. Sıfır toprak işleme (STİ) parsellerinin yarısında tek seferlik yapılan pulluk ile toprak işleme uygulaması sonucu oluşturulan Stratejik Sıfır Toprak İşleme (SSTİ).

*Figure 1. Strategic Zero Tillage (SZT), which is created by soil cultivation using a plow in half of the zero tillage (ZT) plots.*

### 2.2.2. Toprak İşleme Uygulamaları ve Anız Amenajmanı

Deneme alanında 2015 yılı Kasım ayına kadar, anızların yakılmadığı geleneksel toprak işleme (Gİ-1), anızların yakıldığı geleneksel toprak işleme (Gİ-2), ağır diskli tırmık kullanılan azaltılmış toprak işleme (ATİ-1), rototil kullanılan azaltılmış toprak işleme (ATİ-2), birinci üründe ağır diskli tırmık kullanılan ve ikinci üründe sıfır toprak işleme olan uygulama (ASTİ) ve doğrudan ekimin yapıldığı sıfır toprak işleme (STİ) şeklinde altı farklı toprak işleme yöntemleri uygulanmıştır. Toprak işleme yöntemlerinde kullanılan ekipmanlara ait detaylı bilgi Çizelge 2'de verilmiştir. Sıfır toprak işleme parsellerinin yarısının Kasım-2015'te kulaklı pulluk ile işlenmesi (stratejik toprak işleme, SSTİ) ile birlikte toprak işleme uygulamalarının sayısı 7'ye yükselmiştir. Deneme başlangıcından (2006) bu yana belirtilen toprak işleme yöntemleri altında kışlık birinci ürün buğday ve dönüşümlü olarak buğday hasadından sonra ikinci ürün olarak dane mısır ve soya yetiştiriciliği yapılmıştır. Gİ-2 haricindeki uygulamalarda, birinci ve ikinci ürünlerin (buğday ve mısır) hasat edilmesinin ardından bu ürünlere ait yoğun hasat artıkları anız toplama makinası ile toplanıp parsellerden uzaklaştırıldıktan sonra geriye kalan anızlar sap parçalama aletiyle parçalanmıştır. Anızları yakılmış geleneksel toprak işleme (Gİ-2) sisteminde ise toprak işleme öncesi Çukurova Bölgesinde yaygın bir uygulama olan birinci ve ikinci ürün anız artıkları parsellerden uzaklaştırılmadan ve parçalanmadan parseller içerisinde yakılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Anızları yakılmış geleneksel toprak işleme (Gİ-2) yönteminde birinci ürün buğday (Şekil 2a) ve ikinci ürün mısır/soya bitkilerine ait anızların yakılması (Şekil 2b)

Figure 2. Conventional tillage (CT-2) method with burning the stubble of the first crop wheat (Figure 2a) and the second crop corn/soybean residues (Figure 2b)

### 2.2.3. Bitkisel Üretim

Yukarıda da belirtildiği üzere 2006 yılından başlayarak araştırma parsellerinde kışlık ürün olarak sürekli buğday bitkisi ve ikinci ürün olarak buğday hasadından sonra sırayla bir yıl dane mısır ve bir yıl soya bitkisi yetiştiriciliği yapılmıştır. Yedi farklı toprak işleme uygulamaları ile araştırma parsellerine kışlık buğday olarak, bölgede yaygın olarak kullanılan Adana-99 tohumluk çeşidi 22/11/2016 tarihinde ekilmiştir. Toprak analiz sonuçları ve bitki gereksinimi dikkate alınarak, buğday ekimi ile birlikte hektara 92 kg azot ve 60 fosfor olacak şekilde 300 kg kompoze 20-20-0 (20N-20P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0K<sub>2</sub>O) ve 70 kg Üre (%46N) gübreleri uygulanmıştır. İki ayrı üst gübrelemeden birincisinde 120 kg.ha<sup>-1</sup> üre, ikincisinde ise 160 kg.ha<sup>-1</sup> amonyum nitrat uygulanmış ve üst gübrelemeler ile toplam 108 kg N.ha<sup>-1</sup> verilmiştir. Üretim sezonu boyunca sulama yapılmamış ve doğal yağışlar ile buğday üretim yapılmıştır.

Bu çalışmada, 2017 yılı ikinci ürün mısır hasadının ardından yapılan toprak örnekleme ile elde edilen veriler kullanılmıştır. Buğday hasadı 10 Haziran 2017 tarihinde gerçekleştirilmiş ve tüm parsellere 20 Haziran 2017 tarihinde ikinci ürün dane mısır ekimi yapılmıştır. Toprak analiz sonuçları ve mısır bitkisinin gereksinimi dikkate alınarak ekimle birlikte 400 kg.ha<sup>-1</sup> 15-15-15 kompoze gübre ile birlikte 150 kg.ha<sup>-1</sup> üre gübresi uygulanmıştır. Mısır bitkisi 4 yapraklı olunca 120 kg.ha<sup>-1</sup> üre uygulanmıştır. Yağmurlama sulama yöntemi kullanılarak mısır bitkisi 13-14 gün aralıklarla sulanmıştır. Mısır bitkisi, 3-4 yapraklı döneme ulaştığında ASTİ, SSTİ ve STİ dışındaki parsellere bir kez ara çapa uygulanmış ve 25 Ekim 2017 tarihinde hasat edilmiştir.

### 2.2.4. Toprak Örnekleme ve Arazi Ölçümleri

Deneme alanından alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin analizlerinde kullanılan yöntemlere ait bilgiler Çizelge 3'te verilmiştir. Toprak örnekleme öncesi toprak sıkışmasını belirlemek amacı ile her parselde 10 farklı noktada 45 cm derinliğe kadar penetrologger aleti ile (Eijkelkamp Penetrologger 06.15.SA) penetasyon ölçümleri yapılmıştır. Yedi farklı toprak işleme yönteminin uygulandığı 21 parselde üç farklı noktadan 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerden her derinlikte 3 adet olacak şekilde bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinde toprağın fiziksel kalitesini belirlemek amacı hacim ağırlığı, tarla kapasitesindeki su içeriği, su dolu gözenek hacmi ve toplam gözeneklilik değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, bozulmuş toprak örneklerinde agregat stabilitesi, solma noktası ve ağırlıklı ortalama çap analizleri yapılmıştır.

Çizelge 2. Birinci ve ikinci ürünlerin toprak işleme ve ekim işleminde kullanılan yöntemler ve ekipmanlar (Çelik ve ark., 2021)

Table 2. Soil tillage methods and equipment used in planting of the first and second crops (Çelik et al., 2021)

Toprak İşleme Yöntemi	Kışık Ekim (Buğday) İçin Toprak İşleme	İkinci ürün (Mısır/Soya) İçin Toprak İşleme
Anızlı Geleneksel İşleme (Gİ-1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Kulaklı pullukla işleme</li> <li>Diskli tırmık (Diskaro) (2 kez)</li> <li>Tapan (2 Kez)</li> <li>Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Ağır diskli tırmıkla (Goble) işleme</li> <li>Diskli tırmıkla işleme (2 kez)</li> <li>Tapan (2 Kez)</li> <li>Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi</li> </ul>
Anızları Yakılmış Geleneksel İşleme (Gİ-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların yakılması</li> <li>Kulaklı pullukla işleme</li> <li>Diskli tırmık (Diskaro) (2 kez)</li> <li>Tapan (2 Kez)</li> <li>Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların yakılması</li> <li>Çizel ile işleme</li> <li>Diskli tırmıkla işleme (2 kez)</li> <li>Tapan (2 Kez)</li> <li>Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi</li> </ul>
Ağır Diskli Tırmıklı Azaltılmış Toprak İşleme (ATİ-1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Ağır diskli tırmıkla (Goble) işleme (2 kez)</li> <li>Tapan (2 Kez)</li> <li>Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Rototillerle işleme</li> <li>Tapan (2 Kez)</li> <li>Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi</li> </ul>
Rototillerli Azaltılmış Toprak İşleme (ATİ-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Rototillerle işleme</li> <li>Tapan (2 Kez)</li> <li>Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Rototillerle işleme</li> <li>Tapan (2 Kez)</li> <li>Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi</li> </ul>
Ağır Diskli Tırmıklı Azaltılmış Sıfır Toprak İşleme (ASTİ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Ağır diskli tırmıkla (Goble) işleme</li> <li>Tapan (2 Kez)</li> <li>Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Herbisit uygulama</li> <li>Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi</li> </ul>
Doğrudan Ekimli Sıfır Toprak İşleme (STİ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Herbisit uygulama</li> <li>Doğrudan tahıl ekim makinası ile buğday ekimi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Herbisit uygulama</li> <li>Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi</li> </ul>
Stratejik Sıfır Toprak İşleme (SSTİ)*	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Herbisit uygulama</li> <li>Doğrudan tahıl ekim makinası ile buğday ekimi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anızların parçalanması</li> <li>Herbisit uygulama</li> <li>Pnömatik tek tohum ekim makinası ile mısır/soya ekimi</li> </ul>

(SSTİ)\*: 2006-2015 Yılları arasında Doğrudan Ekimli Sıfır Toprak İşleme (STİ) olarak devam etmiştir. Ancak 2015 Kasım ayında kulaklı pulluk ile geleneksel olarak bir kez işlenmiştir. Bu işlemeden sonra tekrar STİ konusundaki işlemlerin aynı devam etmektedir.

#### 2.2.5. Toprak Kalitesi Değerlendirmeleri

Bu çalışmada, toprakların fiziksel özellikleri belirlendikten sonra, penetrasyon direnci haricindeki her bir özelliğin değeri Amerika Tarım Bakanlığı personeli tarafından geliştirilmiş olan Toprak Amenajmanı Değerlendirme Çerçevesi (SMAF) (Andrews ve ark., 2004) içerisinde yer alan skorlama fonksiyonları kullanılarak 0 ile 1.0 arasında değerlere dönüştürülmüştür. Penetrasyon direnci ölçümlerinin skorlanmasında, Cornell Toprak Sağlığı Değerlendirmesindeki skorlama eğrisi kullanılmıştır (Moebius-Clune ve ark., 2016). Her iki değerlendirme yönteminde de “daha yüksek daha iyidir”, “daha düşük daha iyidir” ve “orta nokta optimum” şeklinde üç matematiksel algoritma fonksiyonu kullanılmıştır. Örneğin, hacim ağırlığı düşük olduğunda veya agregat stabilitesi yüksek olduğunda 1.0’e yakın değerler almaktadır.

İndikatörlerin skorları hesaplandıktan sonra, skorlar bir araya getirilerek fiziksel toprak kalitesi indeksi altında toplanmıştır. Fiziksel kalite indekslerinin hesaplanmasında ilaveli indeks yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, her bir göstergeden gelen değer toplanmış ve gösterge sayısına bölünmüştür. Elde edilen sonuç 100 ile çarpılmış ve kalite değerleri yüzde olarak ifade edilmiştir.

$$TKİ = \sum_{i=1}^n \frac{Si}{n} \quad \text{Eşitlik 1}$$

Bu eşitlikte; Si, Skorlaması yapılan indikatör değeri ve n ise veri setindeki indikatör sayısını göstermektedir.

Çizelge 3. Fiziksel toprak analizleri ve kullanılan yöntemler

Table 3. Soil physical analysis and methods used

Analiz	Derinlik (cm)	Kullanılan Metot
Hacim ağırlığı	0-10, 10-20 ve 20-30	Sabit hacimli (100 cm <sup>3</sup> ) çelik silindirlerle alınmış bozulmamış toprak örneklerinde (Blake ve Hartge, 1986)
Penetrasyon Direnci	0-30	Elle itmeli 10 MPa ve 80 cm derinlikte ölçüm yapabilen dijital penetrometre ile (Eijkelkamp Penetrologger 06.15.SA)
Toprak Nemi	0-10, 10-20 ve 20-30	Bozulmamış toprak örneklerinde gravimetrik olarak belirlenmiştir.
Tarla Kapasitesi, Solma Noktası	0-10, 10-20 ve 20-30	Basıncılı plakalar sistemi ile yapılmıştır (Klute, 1986)
Yarayışlı Su İçeriği	0-10, 10-20 ve 20-30	Tarla kapasitesinde nem içeriğinden solma noktasındaki nem içeriğinin çıkarılması ile elde edilmiştir (Klute, 1986)
Su ile dolu gözenek hacmi	0-10, 10-20 ve 20-30	Hacimsel su içeriğinin toplam gözenekliliğe oranı şeklinde belirlenmiştir (Linn ve Doran, 1984)
Agregat stabilitesi	0-10, 10-20 ve 20-30	Islak eleme yöntemine göre 8 mm'lik toprak örneklerinde yapılmıştır (Kemper ve Rosenau, 1986)

### 2.2.6. İstatistiksel Değerlendirme

Toprak işleme uygulamalarının hesaplanan toprak kalitesi indikatörleri üzerine etkisini değerlendirebilmek amacı ile varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizinde farklılığın önemli olması durumunda, indikatör skorlarının homojen gruplara ayırabilmesi için DUNCAN homojenlik testi yapılmıştır. Tüm istatistiksel değerlendirmelerde SPSS 21.0 programı kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Toprak işleme ve anız yönetiminin toprak kalitesi indikatörüne etkileri

Çalışma alanı topraklarının fonksiyonlarını yerine getirmesinde etkili olduğu düşünülen fiziksel kalite indikatörleri; agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, yarayışlı su içeriği, su dolu gözenek hacmi ve penetrasyon direnci olarak belirlenmişlerdir. Toprak işleme yöntemleri altında farklı derinliklere ait toprakların fiziksel kalite indikatörlerine ait ortalama değerleri, varyans analizi ve DUNCAN testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

#### 3.1.1. Toprak işleme ve anız yönetiminin agregat stabilitesi indikatörüne etkileri

Toprak işleme yöntemleri, agregat stabilitesi indikatörü (AS) üzerine önemli düzeyde (P<0.01) etki yapmış ve farklılaşmasına neden olmuştur. Toprak işleme yoğunluğunun azalması ile birlikte AS skorları artmıştır. Yüzeyin ilk 10 cm derinliğinde, AS skorları 0.64 (Gİ-2) ile 1.00 (STİ) arasında değişirken, 10-20 cm derinlikte 0.76 (Gİ-2) ile 1.00 (ATİ-2, STİ ve SSTİ) ve 20-30 cm derinlikte ise 0.82 (Gİ-2) ile 1.00 (ATİ-2) arasında değişmiştir (Çizelge 4). Her üç derinlikte de en düşük AS indikatör skorları anızların yakıldığı Gİ-2 uygulamasında elde edilmiştir. Son 11 yıldır (2006-2017) toprak işlemenin yapılmadığı STİ uygulaması ile 2015 yılına kadar (2006-2015) toprak işlemenin yapılmadığı SSTİ uygulaması altında ilk 10 cm derinlikte organik karbonun depolanması daha dayanıklı agregatların oluşumuna neden olduğundan, bu indikatör skorunun diğer uygulamalara kıyasla önemli düzeyde yüksek olmasına neden olmuştur. Kasper ve ark. (2009), toprak yüzeyinde örtü tabakasının artmasının zamanla agregat stabilitesini arttıracak ve bununla toprak kalitesini iyileştireceğini bildirmişlerdir. Toprak yüzeyinde bırakılan bitki atıkları, yağmur damlasının toprağa çarpma enerjisini ve etkisini kırdığından dolayı ATİ ve STİ uygulamalarında agregatların parçalanması çok daha az veya hatta hiç gerçekleşmemektedir. Bu durum, daha yüksek AS skorları elde edilmesine neden olmuştur.

STİ haricindeki tüm uygulamalarda AS skorlarının derinlikle değişimleri istatistiksel olarak önemli düzeyde artmıştır. Korunmalı toprak işleme uygulamalarına kıyasla agregatların daha fazla parçalandığı geleneksel uygulamalarda, AS daha düşük olmuştur. Geleneksel uygulamalarda, korunmalı uygulamalara kıyasla daha düşük AS

skorları elde edilmesi, agregatların parçalanmasına ilaveten makroagregatların bağlanması sağlayan kök ve mikoriza hiflerinin de kopması ile ilişkilendirilebilir (Verhulst ve ark., 2010). Anızların yakılarak uzaklaştırıldığı Gİ-2 uygulamasında ise bağlayıcı görev gören bitki atıklarının ve toprak canlılarının önemli bir kısmının yok olması, diğer uygulamalara kıyasla daha düşük olan AS skorunu açıklamaktadır. Benzer şekilde, Verhulst ve ark. (2010), geleneksel yöntemlerdeki toprak işlemenin AS üzerine pozitif etki yaptığı bilinen makro fauna popülasyonunu olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Toprak işleme toprağı dönderdiği/ters çevirdiği ve karıştırdığından dolayı hem agregatlar arasında hem de agregatların içerisinde bulunan organik maddenin mikroorganizmalara açık hale gelmesine neden olduğundan dolayı toprak strüktürü ve agregatlarının parçalanmasını hızlandırmaktadır (Six ve ark., 2002; Huang ve ark., 2010). Yüzey katmanın aksine, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerde Gİ-1 uygulamasındaki AS skorları, yüzeye kıyasla sırası ile %14.5 ve %24.6 daha yüksektir. Agregat stabilitesi indikatör skorlarında benzer bir artış Gİ-2 ve ATİ-1 uygulamalarında da görülmektedir. Bu uygulamalardaki artış oranları sırası ile 10-20 cm için %18.8 ve %23.7 ve 20-30 cm için %28.1 ve %25.0 olarak hesaplanmıştır. Derinlikle beraber toprak işlemenin parçalama etkisinin azalması, AS skorlarının derinde daha yüksek olmasına neden olmuştur. Normal koşullarda, yüksek kil içeriği ile organik madde arasındaki etkileşim nedeniyle killi topraklarda, agregatların dayanıklılığının derinlikle birlikte azalması beklenir (Cerda, 1996). Ancak, çalışma alanında özellikle geleneksel uygulamalarda toprak yüzeyindeki agregatlar, az miktarda organik madde ve yoğun toprak işleme ve agregatların dağılılabirliğinin yüksek olması nedeniyle daha az kararlıdır.

Toprak işleme yöntemleri ve derinlik ile işleme x derinlik etkileşimi, AS skorları üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki yapmış ve farklılaşmasına neden olmuştur (Çizelge 4).

### 3.1.2. Toprak İşleme ve Anız Yönetiminin Hacim Ağırlığı İndikatörüne Etkileri

Sıkışmanın en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilen hacim ağırlığı (HA) üzerine, toprak işleme uygulamalarının etkisi, 0-10 cm derinlikte  $P < 0.05$  önem düzeyinde ve 10-20 cm ile 20-30 cm derinliklerde ise  $P < 0.01$  önem düzeyinde etkili olmuştur. Toprak işlemenin yoğunluğunun azalması ile birlikte özellikle ilk 20 cm derinlikte belirgin bir şekilde artış gösteren hacim ağırlığı 0-10 cm derinlikte  $1.29 \text{ g cm}^{-3}$  (ATİ-1) ile  $1.36 \text{ g cm}^{-3}$  (STİ) arasında değişirken, 10-20 cm derinlikte  $1.36 \text{ g cm}^{-3}$  (Gİ-1) ile  $1.46 \text{ g cm}^{-3}$  (STİ ve ATİ-2) ve 20-30 cm derinlikte ise  $1.39 \text{ g cm}^{-3}$  (Gİ-1) ile  $1.48 \text{ g cm}^{-3}$  (ATİ-2) arasında değişmiştir (Çelik ve ark., 2019). Her üç derinlikte de azaltılmış ve sıfır toprak işleme yöntemleri altında HA indikatörü en düşük skorları almaktadır. Yüzey toprağında HA skorları 0.39 (STİ) ile 0.49 (ATİ-1) arasında değişirken, 10-20 cm derinlikte 0.29 (STİ) ile 0.40 (Gİ-1) ve 20-30 cm derinlikte ise 0.29 (STİ, ATİ-2 ve ASTİ) ile 0.35 (Gİ-1) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). HA skorlarının düşük olması bitki gelişimi için ideal koşullarda önemli miktarda sınırlanmanın olduğuna işaret etmektedir (Cherubin ve ark., 2016).

Agregat stabilitesi indikatörünün aksine, HA skorları derinlik arttıkça istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $P < 0.01$ ) azalış göstermiştir. Yüzeyden 10-20 cm derinliğe geçildiğinde HA skorlarındaki en yüksek azalış %34.7 ile ATİ-1 uygulamasında iken, en düşük azalış ise %13.0 ile Gİ-1 uygulamasındadır. Üçüncü örnekleme derinliği ile yüzey arasındaki en büyük farklılık ise %40.8 ile ATİ-1 ve yine en düşük farklılık %23.9 ile Gİ-1 uygulamasında olmuştur. Özellikle birinci ve ikinci üründe tohum yatağı hazırlığında anızların mekanik olarak parçalanmasının ardından rototillerin iki kez kullanıldığı ATİ-2 uygulaması altında ilk 20 cm'de HA skor değerleri diğer uygulamalara kıyasla önemli düzeyde düşüktür (Çizelge 4). Rototiller aletindeki freze bıçakları toprak yüzeyine ortogonal olarak çalışma yaparak toprak kütlelerini parçalayıp birbirine karıştırmaktadır. Çalışması esnasında agregatlar fazlaca parçalanmakta ve çalışma derinliğinin alt tarafında sıkışma yaşanmaktadır (Laudicina ve ark., 2016). Ekim, hasat ve diğer tüm yönetim uygulamaları nedeniyle uygulanan makine trafiği, STİ altında 0-10 cm derinlikteki HA değerlerinin Gİ-2'ye göre önemli ölçüde daha yüksek olmasına neden olduğu bildirilmiştir (Çelik ve ark., 2019).

İstatistiksel analizler, ATİ (ATİ-1, ATİ-2, ASTİ) ve STİ uygulamaları altında hesaplanan HA skorlarının benzer olduğunu göstermektedir. Bulgularımız ABD'nin Ohio ve Missouri eyaletlerinde uzun süreli mısır üretiminde STİ ve çizel ile yapılan ATİ uygulamalarının HA üzerine önemli bir etkisi olmadığını bildiren Blanco-Canqui ve ark. (2004)'nin verileri ile uyumludur. Ancak, Etanol üretimi için mısır sapı hasadı, STİ ve çizel ile yapılan ATİ uygulamalarının fiziksel toprak kalitesi üzerine etkilerini araştıran Tormena ve ark. (2017), mısır sapı hasadından bağımsız bir şekilde STİ'nin çizel ile işlemeye kıyasla her zaman daha yüksek HA değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırma alanını toprağının tekstürünün killi (ort. %50) olmasının da etkisi ile tüm uygulamalarda özellikle 10 cm derinliğin altında HA değerlerinin yüksek olması (Acir ve ark., 2021), HA skoru değerlerinin düşük olmasına neden olmuştur. Hacim ağırlığının artması, havalanmanın ve su hareketinin yavaşlaması ve kök gelişiminin sınırlandırılmasına işaret ettiğinden kalite skoru değerleri de düşüktür. Çift yönlü varyans analizi sonuçlarına göre toprak işleme yöntemleri ve derinlik ile işleme x derinlik etkileşimi HA üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki yapmış ve farklılaşmasına neden olmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı toprak işleme yöntemlerinin fiziksel toprak indikatörleri üzerine etkileri  
 Table 4. The effects of soil tillage methods on soil physical quality indicators

İşleme Yöntemi	Agregat Stabilitesi	Hacim Ağırlığı	Yarayışlı Su	Su Dolu Gözenek Hacmi	Penetrasyon Direnci
<b>0-10 cm</b>					
<b>Gİ-1</b>	0.69 <sup>#</sup> ±0.01 <sup>†</sup> e <sup>&amp;***</sup>	0.46±0.03 ab*	0.62±0.02 a*	0.66±0.05 ab*	0.64±0.01 abc**
<b>Gİ-2</b>	0.64±0.02 f**	0.46±0.02 ab**	0.57±0.02 ab*	0.68±0.03 a**	0.65±0.02 ab**
<b>ATİ-1</b>	0.76±0.02 d**	0.49±0.03 a**	0.63±0.01 a**	0.66±0.04 ab**	0.68±0.01 a**
<b>ATİ-2</b>	0.93±0.02 b**	0.40±0.02 bc**	0.49±0.03 c**	0.55±0.03 c ns	0.58±0.01 d**
<b>ASTİ</b>	0.88±0.01 c*	0.41±0.01 bc**	0.48±0.02cd**	0.59±0.03abc ns	0.59±0.02 cd**
<b>STİ</b>	1.00±0.00 a ns	0.39±0.02 c**	0.42±0.04 d*	0.57±0.02bc ns	0.45±0.02 e**
<b>SSTİ</b>	0.89±0.01 bc**	0.41±0.02 bc**	0.54±0.02 bc*	0.65±0.03 ab*	0.62±0.02 bcd**
<b>ANOVA</b>	0.000	0.015	0.000	0.038	0.000
<b>10-20 cm</b>					
<b>Gİ-1</b>	0.79±0.01 c	0.40±0.03 a	0.53±0.02 a	0.62±0.03 a	0.93±0.01 a
<b>Gİ-2</b>	0.76±0.02 c	0.36±0.02 ab	0.51±0.03 a	0.58±0.04 ab	0.94±0.02 a
<b>ATİ-1</b>	0.94±0.02 b	0.32±0.01 bc	0.47±0.02 a	0.48±0.01 c	0.79±0.02 b
<b>ATİ-2</b>	1.00±0.00 a	0.30±0.01 c	0.32±0.04 b	0.52±0.03 bc	0.71±0.03 d
<b>ASTİ</b>	0.94±0.02 b	0.32±0.01 bc	0.33±0.03 b	0.52±0.02 bc	0.76±0.02 bc
<b>STİ</b>	1.00±0.00 a	0.29±0.01 c	0.37±0.02 b	0.51±0.02 bc	0.73±0.02 cd
<b>SSTİ</b>	1.00±0.00 a	0.37±0.01 a	0.55±0.02 a	0.60±0.02 a	0.92±0.01 a
<b>ANOVA</b>	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
<b>20-30 cm</b>					
<b>Gİ-1</b>	0.86±0.01 d	0.35±0.02 a	0.54±0.02 a	0.53±0.02 a	0.85±0.04 a
<b>Gİ-2</b>	0.82±0.02 e	0.32±0.01 b	0.46±0.03 ab	0.51±0.02 a	0.90±0.02 a
<b>ATİ-1</b>	0.95±0.02 bc	0.29±0.01 bc	0.40±0.02 b	0.50±0.02 a	0.62±0.03 c
<b>ATİ-2</b>	1.00±0.00 a	0.29±0.01 c	0.27±0.03 c	0.50±0.02 a	0.55±0.03 c
<b>ASTİ</b>	0.93±0.01 c	0.31±0.01 bc	0.31±0.04 c	0.52±0.02 a	0.60±0.03 c
<b>STİ</b>	0.98±0.01 ab	0.29±0.01 bc	0.31±0.02 c	0.55±0.02 a	0.59±0.03 c
<b>SSTİ</b>	0.99±0.01 ab	0.30±0.01 bc	0.46±0.03 ab	0.55±0.02 a	0.73±0.04 b
<b>ANOVA</b>	0.000	0.001	0.000	0.510	0.000
<b>İşleme</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Derinlik</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>İşl x Derin</b>	0.000	0.009	0.005	0.040	0.000

**Gİ-1:** Anızlı Geleneksel İşleme, **Gİ-2:** Anızlı Yakılmış Geleneksel İşleme, **ATİ-1:** Ağır Diskli Tırmıklı Azaltılmış İşleme, **ATİ-2:** Rototillerli Azaltılmış Toprak İşleme, **ASTİ:** Ağır Diskli Tırmıklı Azaltılmış Sıfır Toprak İşleme, **STİ:** Doğrudan Ekimli Sıfır Toprak İşleme, **SSTİ:** Stratejik Sıfır Toprak İşleme, #: Üç parseldeki örneklerin ortalaması, †: Ortalamaların standart hatası, &: Aynı sütündeki ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir (Duncan,  $P \leq 0.05$ ). Duncan testinde derinliğe bağlı değişimler \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$  düzeylerinde önemli; ns: önemli değildir.

### 3.1.3. Toprak İşleme ve Anız Yönetiminin Penetrasyon Direnci İndikatörüne Etkileri

Toprak işleme için kullanılan makinenin türü, toprak yapısını, agregat stabilitesini, sıkışmayı ve toprağın su içeriğini önemli düzeyde etkileyebilmektedir (Catania ve ark., 2018). Bu çalışmada da toprak işleme uygulamaları her üç ölçüm derinliğinde de penetrasyon direnci indikatör (PD) skorlarını önemli düzeyde etkilemiş ve farklılaşmasına neden olmuştur (Çizelge 4).

Yoğun toprak işleme ile agregat stabilitesinin ve organik maddenin azalması ile hacim ağırlığı ve penetrasyon direncinde artış olduğunu rapor eden araştırmalar olmasına karşın (Lal, 1997), bu çalışmada işlemenin azaltılması veya terk edilmesi ile penetrasyon direnci ve hacim ağırlığında artış olduğu görülmüştür (Çelik ve ark., 2020; Acir ve ark., 2021). Buna bağlı olarak işlemenin azaltılmasına paralel bir şekilde PD skorları da azalmıştır. İlk 10 cm derinlikte PD skorları 0.45 (STİ) ile 0.68 (ATİ-1) arasında değişirken, 10-20 cm derinlikte 0.71 (ATİ-2) ile 0.94 (Gİ-2) ve 20-30 cm derinlikte ise 0.55 (ATİ-2) ile 0.90 (Gİ-2) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4).

İncelenen tüm toprak işleme uygulamaları altında derinlikle birlikte PD skorları önemli düzeyde artmıştır. Yüzyenden 10-20 cm derinliğe gelindiğinde en yüksek artış %62.2 ile STİ uygulamasında iken, bunu %48.4 ile SSTİ, %45.3 ile Gİ-1, %44.6 ile Gİ-2 uygulamaları takip etmiştir. Çelik ve ark. (2019), ATİ sistemlerinde aynı derinlikte uzun yıllar diskli tırmık ve rototiller'in kullanımının, işlenmiş toprağın altında oldukça sıkıştırılmış bir yüzey altı tabakasının oluşmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. İşleme derinliğinin altında meydana gelen sıkışma, bu derinlikteki HA skorlarının diğer uygulamalara kıyasla daha düşük olmasına neden olmuştur. Yüzey ile 20-30 cm



derinlik karşılaştırıldığında ise PD skorundaki en yüksek artışın %38.5 ile Gİ-2 ve en düşük artışın %1.69 ile ASTİ uygulamasında olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Çift yönlü varyans analizi sonuçlarına göre toprak işleme yöntemleri ve derinlik ile işleme x derinlik etkileşimi PD üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki yapmış ve farklılaşmasına neden olmuştur (Çizelge 4).

### 3.1.4. Toprak İşleme ve Anız Yönetiminin Yarayışlı Su İndikatörüne Etkileri

Topraktaki yarayışlı suyun miktarının göstergesi olan yarayışlı su indikatörü (YSİ) hacim ağırlığı, agregat büyüklük dağılımı, gözeneklilik, tarla kapasitesi ve fiziksel toprak kalitesinin diğer bileşenleri tarafından etkilenen önemli bir göstergedir. Arazi kullanımının yoğunlaşması zaman içerisinde toprağın fiziksel özelliklerinde önemli değişikliklerin meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu değişiklikler, su depolama ve tedariki ve bitkisel üretim gibi toprak sağlığını ve ekosistem hizmetlerini etkileyebilecek bir dizi biyojeokimyasal süreci de etkileyebilmektedir (Bünemann ark., 2018). Elde edilen veriler toprak işleme uygulamalarının her üç derinlikte de YSİ skorları üzerine önemli düzeyde ( $P<0.01$ ) etki ettiğini ve farklılaşmasına neden olduğunu göstermektedir (Çizelge 4). YSİ skorları ilk 10 cm derinlikte, 0.42 (STİ) ile 0.63 (ATİ-1) arasında değişirken, 10-20 cm derinlikte 0.32 (ATİ-2) ile 0.55 (SSTİ) arasında ve 20-30 cm derinlikte ise 0.27 (ATİ-2) ile 0.54 (Gİ-1) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). STİ altındaki topraklarda nispeten daha düşük olan YSİ skorlarının SSTİ ile birlikte her üç örnekleme derinliğinde de önemli miktarda artmıştır. SSTİ uygulaması ile birlikte 0-10 cm derinlikte STİ'ye kıyasla meydana gelen artış %28.6, 10-20 cm derinlikte %48.6 ve 20-30 cm derinlikte ise %48.4 oranında olmuştur (Çizelge 4).

Toprak işlemenin artması ile artan YSİ skorları tüm uygulamalarda derinlikle birlikte önemli düzeyde azalma göstermiştir. Derinlikle birlikte azalmanın en fazla olduğu uygulama ATİ-2 olmuştur. Aşırı sıkışma nedeni ile azalan gözeneklilik, YSİ skorlarının da önemli düzeyde düşmesine neden olmuştur. Yüzey toprağının YSİ skorları ile 10-20 cm derinlikteki YSİ skorları arasındaki farklar sırası ile %34.7 ile ATİ-2, %31.3 ile ASTİ, %25.4 ile ATİ-1, %14.5 ile Gİ-1, %11.9 ile STİ ve %10.5 ile Gİ-2 olmuştur. Bu derinlikte diğer 6 uygulamanın aksine SSTİ uygulamasında YSİ skorları %1.9 oranında artış göstermiştir. Üçüncü örnekleme derinliğinde ise, yüzeye kıyasla en büyük azalış %44.9 ile ATİ-2 uygulamasında gerçekleşmiştir. Bu derinlikte SSTİ uygulaması altındaki topraklarda da YSİ skorları yüzeye kıyasla %14.8 oranında azalmıştır.

Tarla kapasitesinde tutulan su önemli ölçüde toprağın strüktürü ile ilişkili iken solma noktasında tutulan su toprağın genetik bir özelliği olan tekstürü ile ilişkilidir (Hillel, 2004). Toprak işleme uygulamalarının toprağın tekstürünü değiştirmesi beklenmemektedir. Ancak dinamik bir özellik olan toprak strüktürü toprak işleme ile önemli düzeyde değişmektedir. Gİ-2 uygulamasında agregat stabilitesi ve ağırlıklı ortalama çap her üç derinlikte de diğer uygulamalara kıyasla daha düşüktür (Çelik ve ark., 2020). Bu durum, tarla kapasitesinde Gİ-2 uygulamasında neden daha az su tutulduğunu açıklamaktadır. Zira solma noktasında tutulan su miktarı büyük oranda toprağın tekstürü ile ilişkili olsaydı, aynı tekstüre sahip olan farklı uygulamalar altında solma noktasında önemli bir farklılığın olmaması beklenirdi. Ancak elde edilen farklılık bu noktada da agregatların tutulan su miktarına etki ettiğini göstermektedir. Agregat stabilitesi daha düşük olan Gİ-2 uygulamasında solma noktasında da düşük miktarda su tutulması YSİ içeriğinin yüksek görünmesine yol açmıştır.

Çift yönlü varyans analizi sonuçlarına göre toprak işleme yöntemleri ve derinlik ile işleme x derinlik etkileşimi YSİ üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki yapmış ve farklılaşmasına neden olmuştur (Çizelge 4).

### 3.1.5 Toprak İşleme ve Anız Yönetiminin Su Dolu Gözenek Hacmi İndikatörüne Etkileri

Su dolu gözenek hacmi indikatörü (SDGH), toprakta mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen nitrifikasyon ve denitrifikasyon işlemleri sonucu ortaya çıkan  $N_2O$  miktarı üzerine etkili olduğu için toprak kalitesi indikatörü olarak seçilmiştir (Bateman ve Baggs, 2005). Toprak işleme uygulamaları SDGH üzerine 0-10 cm derinlikte  $P<0.05$  önem düzeyinde etki ederken, 10-20 cm'de bu etki çok daha önemli hale gelmiş ( $P<0.01$ ), ancak 20-30 cm derinlikte etkinin önemsiz hale geldiği ve işleme uygulamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz seviyeye indiği görülmektedir (Çizelge 4). Su dolu gözenek hacmi değerleri "optimum en iyidir" şeklindeki algoritma ile oluşturulan skorlama eğrisi kullanılarak normalize edilmiştir. Geleneksel işleme uygulamaları ile toprağın daha iyi havalanmaya sahip olduğu Gİ uygulamaları altında SDGH indikatör skorları, ATİ ve STİ uygulamalarına kıyasla önemli düzeyde yüksektir. 2015 yılına kadar 9 yıl boyunca STİ altında olan ve 2015 yılında sadece bir kez pullukla işlemenin yapıldığı SSTİ uygulamasında SDGH skorları STİ uygulamasına kıyasla daha yüksektir. Düşük SDGH skorları toprakta denitrifikasyonun etkili olduğu ve  $N_2O$  şeklinde azot kaybı olduğu işaret etmektedir. Bir kez pulluk ile işleme STİ uygulamasındaki bu olumsuzluğu nispeten düzeltmiş ve aerob mikroorganizmalar için daha uygun bir ortam yaratmış görünmektedir. SSTİ altındaki topraklarda yüzeyde SDGH skoru STİ'ye kıyasla %14.0 ve 10-20 cm derinlikte %17.6 daha yüksektir. Bununla birlikte 20-30 cm derinlikte SDGH skorları her iki uygulamada da 0.55 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak SDGH skorları 0-10 cm derinlikte 0.55 (ATİ-2) ile 0.68 (Gİ-2) arasında

değişirken, 10-20 cm derinlikte 0.48 (ATİ-1) ile 0.62 (Gİ-1) ve 20-30 cm derinlikte ise 0.50 (ATİ-1 ve ATİ-2) ile 0.55 (STİ ve SSTİ) arasında değişmiştir (Çizelge 4).

Çift yönlü varyans analizi sonuçlarına göre toprak işleme yöntemleri ve derinlik ile işleme x derinlik etkileşimi SDGH üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki yapmış ve farklılaşmasına neden olmuştur (Çizelge 4).

### 3.2. Toprak İşleme ve Anız Yönetiminin Fiziksel Toprak Kalitesine Etkileri

Toprak işleme yöntemlerinin toprağın fiziksel kalitesi (FTK) üzerine etkilerini gösteren ortalama FTK değerleri ( $\pm$  standart hata), varyans analizi sonuçları (ANOVA) ve homojenlik testi (DUNCAN) gruplamasına ait veriler Çizelge 5’de verilmiştir.

Toprak işleme uygulamalarının fiziksel toprak kalitesi üzerine etkileri her üç toprak derinliğinde de istatistiksel olarak ( $P < 0.01$ ) oldukça önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Beklentilerin aksine korumalı toprak işleme yöntemleri olan ATİ ve STİ uygulaması altındaki toprakların fiziksel kalitesi Gİ altındaki topraklardan daha düşük olmuştur. Toprak işlemenin azaltılması veya terk edilmesi ile birlikte yüzey katmanında her ne kadar organik madde miktarı artış gösterse de ekim, bakım ve hasat dönemlerinde arazi yüzeyinde traktör tekeri ve alet ekipmanların yaptığı baskı penetrasyon direnci, hacim ağırlığı ve gözeneklilik gibi sıkışma göstergesi olabilecek özellikler üzerine olumsuz etki yapmıştır. Bu olumsuz etki, fiziksel toprak kalitesi indikatörlerinin skorlarının daha düşük olmasına ve nihayetinde fiziksel kalite skorlarının düşmesine yol açmıştır.

Fiziksel toprak kalitesi ilk 10 cm derinlikte %56.5 (STİ) ile %64.3 (ATİ-1) arasında değişmiş, 10-20 cm derinlikte ise %57.0 (ATİ-2) ile %68.9 (SSTİ) ve 20-30 cm derinlikte %52.2 (ATİ-2) ile %62.5 (Gİ-1) arasında değişmiştir (Çizelge 5). Yüzey altında 10-20 ve 20-30 cm derinliklerde en düşük skorların elde edildiği ATİ-2 uygulaması rotasyondaki birinci ve ikinci ürün öncesi toprak hazırlamada rototillerin kullanıldığı bir uygulamadır. Bu alet, işleme derinliği olan 13-15 cm’deki toprak agregatlarını çok küçültmekte/parçalamakta ve işleme derinliğinin altına ise oldukça büyük bir baskı uygulamaktadır. Fiziksel toprak kalitesi indikatörlerinden PD ve HA, toprağın fiziksel direncinin veya sıkışmasının bir ölçüsüdür ve topraktaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemleri etkileyebilirler. Bu dinamik toprak özellikleri amenajman değişimine çok hızlı tepki vermektedirler (Swanepoel ve ark., 2015). PD ve HA’nın düşük olan değerleri toprağın daha iyi fonksiyon gösterebileceğinin göstergesidir. Zira yüksek değerler sıkışmaya işaret ederler ve toprak sıkışması kök gelişimini sınırlandıran ve bitkiye su, oksijen ve çözünmüş besin elementlerinin tedarikini engelleyecek koşulların oluşumuna neden olacağından dolayı bitkisel üretim de olumsuz etkilenecektir.

Uzun süreli (11 yıl) yılda iki ürün üretimi yapılan toprağın yüksek kil içeriği nedeni ile işleme derinliği altında oldukça sert ve sıkışmış bir katmanın oluşumuna ve nihayetinde fiziksel kalite skorlarının düşük olmasına neden olmuştur (Çizelge 5). Ancak stratejik toprak işleme uygulamasının, STİ altında gerçekleşen sıkışıklığı gidermede önemli düzeyde etkin olduğu görülmektedir. SSTİ uygulaması altında oluşan fiziksel toprak kalitesi indeksi değerleri STİ ile kıyaslandığında 0-10 cm derinlikte %10.1, 10-20 cm derinlikte %18.6 ve 20-30 cm derinlikte ise %10.6 oranında daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 5).

## 4. Sonuç

Uzun süreli toprak işleme uygulamalarında (2006-2017), azaltılmış ve sıfır toprak işleme sistemlerinin toprağın sıkışmasına neden olduğu, ancak sıkışma düzeyinin bitkisel üretimi engelleyecek kadar yüksek olmadığı tespit edilmiştir. Korumalı uygulamalarda tespit edilen ancak bitkisel üretime zarar vermeyecek boyutta olan sıkışma, su dolu gözenek hacminde (SDGH) önemli miktarda artışa neden olmuştur. Her ne kadar sıkışma nedeni ile bitkisel üretimde önemli bir sorun beklenmese de, SDGH’deki artışın anaerob mikroorganizmaların faaliyetini arttırması ve azotun denitrifikasyonla kaybına yol açma riski olduğu unutulmamalıdır.

Korumalı toprak işleme uygulamaları altındaki topraklarda geleneksel uygulamalara kıyasla agregat dayanıklılığının daha iyi olması, aynı zamanda yarıyıllı su indikatörünün yüksek skoru, kurak dönemde bitkinin daha uzun süre toprak suyundan faydalanmasını sağlayacaktır. Bu durum, tamamen yağışa bağımlı olarak üretimi yapılan kışlık buğday için özellikle kurak dönemlerde bir avantaj olacaktır.

Çizelge 5. Toprak işleme yöntemlerinin fiziksel toprak kalitesine etkileri.

Table 5. The effects of soil tillage methods on physical soil quality

İşleme Yöntemi	Fiziksel Toprak Kalitesi	
	0-10 cm	
Gİ-1	0.61 <sup>#</sup> ±0.01 <sup>†</sup> ab <sup>&amp;</sup> ns	61.3±1.34 ab ns
Gİ-2	0.60±0.01 bc ns	60.1±1.42 bc ns
ATİ-1	0.64±0.01 a**	64.3±1.45 a**
ATİ-2	0.59±0.01 bc**	59.0±0.87 bc**
ASTİ	0.59±0.01 bc**	59.1±0.96 bc**
STİ	0.57±0.01 c*	56.5±1.19 c*
SSTİ	0.62±0.01 ab**	62.2±1.12 ab**
ANOVA	0.002	0.002
<b>10-20 cm</b>		
Gİ-1	0.66±0.02 b	65.6±1.59 b
Gİ-2	0.63±0.01 bc	63.0±1.32 bc
ATİ-1	0.60±0.01 cd	59.9±1.00 cd
ATİ-2	0.57±0.01 d	57.0±1.11 d
ASTİ	0.57±0.01 d	57.5±1.36 d
STİ	0.58±0.01 d	58.1±0.51 d
SSTİ	0.69±0.01 a	68.9±0.84 a
ANOVA	0.000	0.000
<b>20-30 cm</b>		
Gİ-1	0.63±0.01 a	62.5±0.92 a
Gİ-2	0.60±0.01 a	60.0±0.94 a
ATİ-1	0.65±0.01 b	55.4±0.90 b
ATİ-2	0.52±0.01 b	52.2±0.98 b
ASTİ	0.53±0.01 b	53.5±1.20 b
STİ	0.55±0.01 b	54.6±0.57 b
SSTİ	0.60±0.01 a	60.4±1.18 a
ANOVA	0.000	0.000
İşleme	0.000	0.000
Derinlik	0.000	0.000
İşl x Derin	0.000	0.000

**Gİ-1:** Anızlı Geleneksel İşleme, **Gİ-2:** Anızları Yakılmış Geleneksel İşleme, **ATİ-1:** Ağır Diskli Tırmıklı Azaltılmış İşleme, **ATİ-2:** Rototillerli Azaltılmış Toprak İşleme, **ASTİ:** Ağır Diskli Tırmıklı Azaltılmış Sıfır Toprak İşleme, **STİ:** Doğrudan Ekimli Sıfır Toprak İşleme, **SSTİ:** Stratejik Sıfır Toprak İşleme, #: Üç parseldeki örneklerin ortalaması, †: Ortalamaların standart hatası, &: Aynı sütundaki ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir (Duncan,  $P \leq 0.05$ ). Duncan testinde derinliğe bağlı değişimler \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$  düzeylerinde önemli; ns: önemli değildir.

## Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknoloji Kurumunun TOVAG 1150353 nolu projesi kapsamında sağlanan maddi destek ile gerçekleştirilmiştir.

## Kaynaklar

- Acir, N., Günel, H., 2020. Soil quality of a cropland and adjacent natural grassland in an arid region. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*. 15 (2): 275-288. Doi.org/10.26471/cjees/2020/015/128
- Acir, N., Günel, H., Çelik, İ., Barut, Z. B., Budak, M., Kılıç, Ş., 2021. Effects of long-term conventional and conservational tillage systems on biochemical soil health indicators in the Mediterranean region. *Archives of Agronomy and Soil Science*, In press. doi.org/10.1080/03650340.2020.1855327
- Andrews, S.S., Karlen, D.L., Mitchell, J.P., 2002. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. *Agriculture, ecosystems & environment*, 90(1):25-45. doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00174-8
- Andrews, S.S., Karlen, D.L., Cambardella, C.A., 2004. The soil management assessment framework: A quantitative soil quality evaluation method. *Soil Science Society of America Journal*, 68(6):1945-1962. doi.org/10.2136/sssaj2004.1945
- Anonim, 2018. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Adana Meteoroloji İstasyonu.





- Bacher, M. G., Schmidt, O., Bondi, G., Creamer, R., Fenton, O., 2019. Comparison of Soil Physical Quality Indicators Using Direct and Indirect Data Inputs Derived from a Combination of In- Situ and Ex- Situ Methods. *Soil Science Society of America Journal* 83(1):5-17. doi.org/10.2136/sssaj2018.06.0218
- Bateman, E.J., Baggs, L., 2005. Contributions of nitrification and denitrification to N<sub>2</sub>O emissions from soils at different water-filled pore space, *Biology and Fertility of Soils*, 41(6):379-388. doi.org/10.1007/s00374-005-0858-3
- Blake, G.R., Hardge, K.H., 1986. Bulk Density In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 1, Physical and Mineralogical Methods*, 2nd Edition, Agronomy Monograph No.9, Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 363-375. doi.org/10.1002/gea.3340050110
- Blanco-Canqui, H., Gantzer, C.J., Anderson, S.H., Alberts, E.E., 2004. Tillage and crop influences on physical properties for an Epiaqualf, *Soil Science Society of America Journal*, 68:567-576. doi.org/10.2136/sssaj2004.5670
- Budak, M., Gunal, H., Celik, I., Yildiz, H., Acir, N., Acar, M., 2018. Soil quality assessment of upper Tigris basin. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*. 13 (1):301-316. doi.org/10.26471/cjees/2018/013/026
- Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., de Goede, R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuiper, T., Mader, P., Pulleman, M., Sukkel, W., Willem van Groeningen, J., Brussaard, L., 2018. Soil quality- A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120:105-125. doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030
- Catania, P., Badalucco, L., Laudicina, V.A., Vallone, M., 2018. Effects of tilling methods on soil penetration resistance, organic carbon and water stable aggregates in a vineyard of semiarid Mediterranean environment, *Environmental Earth Sciences*, 77:348. doi.org/10.1007/s12665-018-7520-5
- Celik, I., Barut, Z.B., Ortas, I., Gok, M., Demirbas, A., Tulun, Y., Akpınar, C., 2011. Impacts of different tillage practices on some soil microbiological properties and crop yield under semi-arid Mediterranean conditions. *International Journal of Plant Production*, 5(3): 237-254.
- Çelik, İ. Acir, N. Karlen, D.L., Barut, Z.B., 2019. Çukurova Koşullarında Sürdürülebilir Toprak İşleme Yöntemlerinin Uzun Süreli Denemelerde Toprak Kalitesi Değerlendirmelerinin Kullanımı ile Belirlenmesi. TÜBİTAK TOVAG Proje, No: 115O353. S. 390.
- Çelik, İ., Günel, H., Acar, M., Acir, N., Barut, Z. B., & Budak, M., 2019. Strategic tillage may sustain the benefits of long-term no-till in a Vertisol under Mediterranean climate. *Soil and Tillage Research*, 185:17-28. doi.org/10.1016/j.still.2018.08.015
- Çelik, İ., Günel, H., Acar, M., Acir, N., Bereket Barut, Z., Budak, M., 2020. Evaluating the long- term effects of tillage systems on soil structural quality using visual assessment and classical methods. *Soil Use and Management*, 36(2):223-239. doi.org/10.1111/sum.12554
- Çelik, İ., Günel, H., Acir, N., Barut, Z. B., Budak, M., 2021. Soil quality assessment to compare tillage systems in Cukurova Plain, Turkey. *Soil and Tillage Research*, 208:104892. doi.org/10.1016/j.still. 2020.104892
- Cerdà, A., 1996. Soil aggregate stability in three Mediterranean environments. *Soil technology*, 9(3): 133-140. doi.org/10.1016/S0933-3630(96)00008-6
- Cherubin, M.R., Karlen, D.L., Franco, A.L.C., Tormena, C.A., Cerri, C.E.P., Davies, C.A., Cerri, C.C., 2016. Soil physical quality response to sugarcane expansion in Brazil, *Geoderma*, 267:156-68. doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.01.004
- Doran, J. W., 2002. Soil health and global sustainability: translating science into practice. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 88(2):119-127. doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00246-8
- Edrisi, S. A., Tripathi, V., Chaturvedi, R. K., Dubey, D. K., Patel, G., Abhilash, P.C., 2021. Saline Soil Reclamation Index as an efficient tool for assessing restoration progress of saline land. *Land Degradation & Development*, 32(1):123-138. doi.org/10.1002/ldr.3641
- Fine, A.K., van Es, H.M., Schindelbeck, R.R., 2017. Statistics, scoring functions and regional analysis of a comprehensive soil health database. *Soil Science Society of America Journal*, 81:589-601. doi.org/10.2136/sssaj2016.09.0286
- Hillel, D., 2004. *Introduction to environmental soil physics*, Elsevier Science, Oxford, UK.
- Huang, S., Sun, Y., Rui, W., Liu, W., Zhang, W., 2010. Long-term effect of no-tillage on soil organic carbon fractions in a continuous maize cropping system of northeast China, *Soil Sci. Soc. China*, 20 (3), 285-292. doi.org/10.1016/S1002-0160(10)60016-1
- IUSS Working Group WRB., 2015. *World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015*. International soil classification system for naming soil and creating legends for soil maps. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- Karlen, D.L., Andrews, S.S., Wienhold, B.J., Zobeck, T.M., 2008. Soil quality assessment: past, present and future. *J. Integr. Biosci.* 6(1):3-14

- Kasper, M., Buchan, G.D., Mentler, A., Blum, W.E.H. 2009. Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. *Soil and Tillage Research*, 105(2), 192-199. doi.org/10.1016/j.still.2009.08.002
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution, In: Klute A, (Ed.) *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*. Madison, WI. p 425-42. doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c17
- Klute, A., 1986. Water Retention, Laboratory Methods. *Methods of Soil Analysis. Part I*. 2nd Ed. Agronomy 9. Am. Soc. Agron., 635-660, Madison.
- Lal, R., 1997. Long-term tillage and maize monoculture effects on a tropical Alfisol in western Nigeria. I. Crop yield and soil physical properties, *Soil and Tillage Research*, 42:145–160. doi.org/10.1016/S0167-1987(97)00006-8
- Lal, R., 2015. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5):5875-5895. doi.org/10.3390/su7055875
- Laudicina, V.A., Palazzolo, E., Catania, P., Vallone, M., García, A.D., Badalucco, L., 2016. Soil quality indicators as affected by shallow tillage in a vineyard grown in a semiarid Mediterranean environment, *Land Degradation and Development*, 28(3):1038-1046. doi.org/10.1002/ldr.2581
- Li, Y., Chang, S. X., Tian, L., Zhang, Q., 2018. Conservation agriculture practices increase soil microbial biomass carbon and nitrogen in agricultural soils: A global meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 121:50-58.
- Linn, D.M., Doran, J.W., 1984. Effect of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and non-tilled soils, *Soil Science Society of America Journal*, 48(6):1267-1272. doi.org/10.2136/sssaj1984.03615995004800060013x
- Moebius-Clune, B., Moebius-Clune, D., Gugino, B.K., Idowu, O.J., Schindelbeck, R.R., Ristow, A.J., Van Es, H.M., Thies, J.E., Shayler, H.A., McBride, M., Wolfe, D.W., Abawi, G.S. 2016. *Comprehensive assessment of soil health*. Cornell University, Geneva, NY. Available at <http://soilhealth.cals.cornell.edu/>
- Muñoz-Rojas, M., 2018. Soil quality indicators: critical tools in ecosystem restoration. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 5, 47-52. doi.org/10.1016/j.coesh.2018.04.007
- Saurabh, K., Rao, K. K., Mishra, J. S., Kumar, R., Poonia, S. P., Samal, S. K., ... & Malik, R. K., 2021. Influence of tillage based crop establishment and residue management practices on soil quality indices and yield sustainability in rice-wheat cropping system of Eastern Indo-Gangetic Plains. *Soil and Tillage Research*, 206, 104841. doi.org/10.1016/j.still.2020.104841
- Six, J., Feller, C., Denef, K., Ogle, S.M., Moraes, J.C., Albrecht, A., 2002. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils-effects of no-tillage, *Agronomie*, 22, 755–775. doi.org/10.1051/agro:2002043
- Soil Survey Staff., 2014. *Keys to Soil Taxonomy*, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Swanepoel, P.A., du Preez, C.C., Botha, P.R., Snyman, H.A., Habig, J., 2015. Assessment of tillage effects on soil quality of pastures in South Africa with indexing methods, *Soil Research*, 53(3), 274-285. doi.org/10.1071/SR14234
- Tilman D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S., 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*. 418:671–677. doi.org/10.1038/nature01014
- Tormena, C.A., Karlen, D.L., Logsdon, S., Cherubin, M.R., 2017. Corn stover harvest and tillage impacts on near-surface soil physical quality, *Soil and Tillage Research*, 166:122-130. doi.org/10.1016/j.still.2016.09.015
- van Es, H.M., Karlen, D.L., 2019. Reanalysis validates soil health indicator sensitivity and correlation with long-term crop yields. *Soil Science Society of America Journal*, 83(3):721-732. doi.org/10.2136/sssaj2018.09.0338
- Verhulst, N., Govaerts, B., Verachtert, E., Castellanos-Navarrete, A., Mezzalama, M., Wall, P., Chocobar, A., Deckers, J., Sayre, K.D., 2010. Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems, *Advances in soil science: food security and soil quality*, CRC Press, Boca Raton, 137-208.

## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.936081

# Farklı bitki büyüme düzenleyici maddelerin Jeromine elma çeşidinde kalite ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi

 Mehmet Çakır<sup>a</sup>,  Adnan Nurhan Yıldırım<sup>a\*</sup>,  Civan Çelik<sup>b</sup>,  Meltem Esen<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>b</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: adnanyildirim@isparta.edu.tr

Geliş/Received 11/05/2021

Kabul/Accepted 10/07/2021

## ÖZET

Konvansiyonel tarımda kullanılan hormon, hayvan yem katkı maddeleri ve sentetik gübreler ekolojinin bozulmasına ve toprağın sürdürülebilirliğinin tehlike altına girmesine neden olmuştur. Ayrıca üretimde kullanılan kimyasal gübre ve ilaçlar, ürünlerde kalıntılara dolayısıyla başta kanser olmak üzere birçok hastalığın yaygın bir şekilde görülmesine yol açmıştır. Çalışmada, Jeromine elma çeşidinde, tam çiçeklenme döneminde ağaçlara bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (PGPR), alg ekstraktı (*Chara* sp.), vermikompost gübre uygulamaları ve bu uygulamaların kombinasyonlarının kalite ve biyokimyasal içerikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla ağaçlara, PGPR (%3), alg ekstraktı (%15), vermikompost (10 kg ağaç<sup>-1</sup>) oranında bitki büyüme düzenleyici maddeler uygulanmıştır. Genel anlamda uygulamalar, kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, kalite özelliklerini artırdığı ayrıca meyvelerde biyokimyasal içerikler üzerine pozitif etkilerinin olduğu, toplam antioksidan, fenolik madde ve flavanoid içeriklerinde kontrol uygulamasına göre artış sağlamıştır. Çalışmada en yüksek meyve ağırlığı PGPR+vermikompost uygulamasından (346.8 g), en yüksek meyve eni vermikompost uygulamasından (82.32 mm), en yüksek meyve boyu vermikompost+alg uygulamasından (78.23 mm) ve en yüksek meyve eti sertliği (78.99 N) alg uygulamasından elde edilmiştir. Alg uygulamasının biyokimyasal içerikler üzerine önemli derecede etkili olduğu, en yüksek toplam antioksidan aktivite (92.29 %inhibisyon mg/100g) ve toplam fenolik madde içeriğinin (121.72 mgGAE/100g) alg uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Meyve renk değerleri ve biyokimyasal içerikler birlikte değerlendirildiğinde, özellikle Eğirdir Gölü'nden toplanan alglerden elde edilen ekstraktların kalite özellikleri üzerine olumlu sonuçlar verdiğini söylemek mümkündür. Sonuç olarak, aşırı kimyasal gübre kullanımı, toprak yapısında meydana gelen tahribat ve çevre kirliliği göz önüne alındığında, sürdürülebilir ve çevreye dost preparatların kullanımına yönelik çalışmalar gelecekte daha yaşanabilir bir dünya için önem arz etmektedir.

Anahtar Sözcükler:  
Alg ekstraktı  
Antioksidan aktivite  
Jeromine  
Toplam fenolik madde  
Vermikompost

The effect of different plant growth regulators on the quality and biochemical content of Jeromine apple cultivar

## ABSTRACT

Hormones, animal feed additives and synthetic fertilizers used in conventional agriculture have caused the degradation of ecology and endangered the sustainability of the soil. In addition, chemical fertilizers and drugs used in production have led to residues in products, hence the widespread occurrence of many diseases, especially cancer. In this study found that in the Jeromine apple cultivar, rhizobacteria (PGPR), which plant growth promoting bacteria on trees during the full flowering period, algae extract (*Chara* sp.), vermicompost fertilizer treatments and the effect of combinations of these treatments on quality and biochemical content were investigated. For this purpose, PGPR (3%), algae extract (15%), vermicompost (10 kg tree<sup>-1</sup>) plant growth regulators were applied to the trees. Generally, the treatments increased in total antioxidant, phenolic content and flavanoid content compared to control, which increased quality properties and also had positive effects on biochemical content in fruits. In the

Keywords:  
Algae extract  
Antioxidant activity  
Jeromine  
Total phenolic content  
Vermicompost

study, the highest fruit weight from the treatment of PGPR+vermicompost (346.8 g), the highest length of fruit from the treatment vermicompost (82.32 mm), the highest fruit height from the treatment of vermicompost+algae (78.23 mm) and the highest fruit firmness (78.99 N) were obtained from the treatment of algae. It was determined that algae treatment was significantly effective on biochemical contents and the highest total antioxidant activity (92.29% inhibition mg/100g ) and total phenolic content (121.72 mgGAE/100g) obtained from algae treatment. When fruit color values and biochemical contents are evaluated together, it is possible to say that extracts obtained from algae collected from Egirdir Lake give positive results on quality properties. As a result, considering the excessive use of chemical fertilizers, the destruction that occurs in the soil structure and environmental pollution, studies on the use of sustainable and environmentally friendly preparations are important for a more livable world in the future

## 1. Giriş

Elma, kültür tarihi çok eski olan, kültürüne önem verilen ve en çok tüketilen ılıman iklim meyve türüdür (Özbek, 1978). Dünyada yaklaşık 6.500 elma çeşidinin bulunduğu ülkemizde ise yaklaşık 460 adet elma çeşidinin olduğu belirtilmektedir (Özbek, 1978).

1960'larda başlayan ve "Yeşil Devrim" olarak bilinen tarım tekniğiyle tarım arazilerinden daha kaliteli ürünler elde edilmiştir. Fakat daha kaliteli ürün elde etmek amacıyla kullanılan hormon, hayvan yem katkı maddeleri ve sentetik gübreler ekolojinin bozulmasına ve toprağın sürdürülebilirliğinin tehlike altına girmesine neden olmuştur (Ak, 2004). Bunlara ek olarak üretimde kullanılan kimyasal gübre ve ilaçlar, ürünlerde kalıntılara neden olmuş dolayısıyla insan sağlığını olumsuz etkilemiş ve nihayetinde de başta kanser olmak üzere birçok hastalığın yaygın bir şekilde görülmesine neden olmuştur (Ak, 2004). Konvansiyonel tarımda daha kaliteli ürünler elde etmek amacıyla bilinçsizce uygulanan ve başta insan sağlığı olmak üzere toprak, çevre, hava ve suyun kirlenmesine neden olan bu uygulamalar tarımda organik preparatların kullanımını zorunlu hale getirmiştir (Öztürk, 2004). Her şeyden önce, organik preparatların geleneksel tarımsal ürünlere göre suni gübrelerden ve kimyasal böcek ilaçlarından kaçınılması nedeniyle çevreye yarar sağladığını söylemek mümkündür (Rogers, 1995). Ayrıca organik preparatların biyolojik çeşitliliği de arttırdığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Ahnström, 2002). Dolayısıyla yapay ve sentetik bitki büyüme düzenleyici maddelerin kullanımı sonucu insan sağlığı ve ekosistemde meydana gelen tahribatın giderilmesi adına son yıllarda araştırmacılar çevreye dost organik kökenli materyallerin kullanımına yönelik çalışmalar yürütmüşlerdir (Edwards ve ark., 1998; Aslantaş ve ark., 2007; Karlıdağ ve ark., 2007; Eşitken ve ark., 2010; Aktaş, 2018). Bu çalışmalarda kullanılan materyallerden biri bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerdir (PGPR) (Eşitken ve ark., 2003). PGPR, hem toprakta hem de bitkinin kök çevresinde yaşayan, bitki gelişimine katkı sağlayan ve son yıllarda biyogübre olarak kullanılan canlı materyallerdir (Ertürk, 2015). Azot fiksasyonu ile bitkinin azot beslenmesini, su kullanım etkinliğini, bitkisel hormon üretimini (oksin, stokinin ve giberallin) ve fosforun çözünürlüğünü arttırdığı ayrıca etilen seviyesini azaltarak bitki gelişimi üzerine olumlu etki sağladığı tespit edilmiştir (Ekici ve ark., 2015). Organik kökenli materyallerden bir diğeri vermicompost gübrelerdir. Vermikompost, solucanların oksijenli ortamda organik maddeleri ayrıştırmasıyla elde edilen, bitkiler için hemen alınabilir formda olan ve bitki gelişiminde etkili olan fungus ve bakteri gibi yararlı mikroorganizmaları içeren bitki büyüme düzenleyicisidir (Kara Özbek ve Dalkılıç, 2017). Yüksek su tutma kapasitesi, humuslu yapısı ve yüksek mikrobiyal aktiviteye sahip olması vermicompostları mükemmel bir toprak iyileştiricisi haline getirmektedir (Atiyeh ve ark., 2000). Tarımda son yıllarda sıklıkla kullanılan doğal ürünlerden biri de alglerdir. Algler, bitkiler üzerinde yararlı bir etkiye sahip olduğu doğrulanan ve çeşitli biyolojik aktif bileşikler içeren canlılardır (Dmytryk ve Chojnacka, 2018). Ayrıca algler bitkide ürün kalitesini, şeker içeriğini, meyve rengini arttırmaktadır (Battacharyya ve ark., 2015). PGPR, vermicompost ve algler biyostimülanlar olarak adlandırılmaktadır ve bu bitki büyüme düzenleyici materyallerin tohumun çimlenmesinden bitkinin olgunlaşmasına ve ürün oluşumuna kadar bitki yaşam döngüsünün her aşamasında etkili olduğu bilinmektedir. Kısaca biyostimülanlar, abiyotik streslere karşı bitki metabolizmasının işlevselliğini bozmadan bitkinin toleransını arttırmakta ve ürün kalitesini olumlu yönde arttırmaktadır. Ayrıca bitkilerde asimilasyonu arttırmakta ve asimilat maddelerinin iletimini ve kullanımını kolaylaştırmaktadır. Su kullanımını daha verimli hale getirmekte dolayısıyla toprağın yapısını iyileştirerek erozyona karşı daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır (Dudas ve ark., 2017).

Çalışmada, farklı bitki büyüme düzenleyici maddelerin Jeromine elma çeşidinde, meyve kalitesi ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, tam çiçeklenme döneminde ağaçlara bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (PGPR), alg ekstraktı, vermicompost gübre uygulamaları ve bu uygulamaların kombinasyonlarının elmada kalite ve biyokimyasal içerikler üzerine etkisi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Öz-Bay Limited Şirketine ait M9 anacı üzerine aşılı 'Jeromine' çeşidinden oluşan elma bahçesinde yürütülmüştür. Uygulamalar 3 tekerrür ve her tekerrürde 3 ağaç olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmıştır. Jeromine elma ağaçlarının orta kuvvette geliştiği, meyvelerinin iri, koni şeklinde, koyu renkli ve çok verimli olduğu bildirilmiştir. Early Red One mutasyonu sonucu elde edilen bir çeşit olup bölgelere göre değişmekle birlikte hasadının Eylül ortasından itibaren başladığı ve Ekime kadar devam ettiği ifade edilmiştir (Çalhan ve ark., 2015).

### 2.1 Araştırmada yapılmış uygulamalar

#### 2.1.1 Kontrol

Çalışmada kontrol olarak seçilen ağaçlara yetiştiricinin yaptığı uygulamalardan farklı olarak %2 oranında Tween 20 (yayıcı-yapıştırıcı) ilave edilmiş çeşme suyu uygulanmıştır.

#### 2.1.2. Vermikompost' un toprağa ve yaprağa uygulanması

Vermikompost uygulaması elma ağaçlarının kök bölgesine çukurlar açılarak toprağa 10 kg ağaç-1 olacak şekilde tam çiçeklenme döneminde yapılmıştır. Aynı zamanda vermikompostun sıvı formu sırt pülverizatörü ile yapraklara uygulanmıştır.

#### 2.1.3. Alg ekstraktının toprağa ve yaprağa uygulanması

Eğirdir Gölü'nden (Isparta) temin edilen algler göl suyunun içerisinde laboratuvar ortamına getirilmiştir. Alg ekstraksyonu Sivasankari ve ark., (2006) tarafından belirtilen yöntemle yapılmıştır. 1 kg örnek havanda parçalanıp homojenizatör ile küçük parçalara ayrılmıştır. Daha sonra homojenize edilmiş 1 kg alg üzerine 1 L saf su ilave edilmiş ve 1 saat boyunca kaynatılıp, kaynama bittikten sonra soğutulup süzülür. Süzdürülen kısım (stok) %100 alg özütü olmuştur. Elde edilen özütten ağaç başına 1 litre olacak şekilde tam çiçeklenme tarihinde taç izdüşümüne açılan çukurlara verilmiştir. Aynı zamanda alg özütünden %15 oranında seyreltilerek ağaç başına 3 L olacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapraklardan verilmiştir.

#### 2.1.4. PGPR'in toprağa ve yaprağa uygulanması

Çalışmada kullanılmış olan *Bacillus* OSU-142 bakterisi özel bir firmadan 108 cfu olarak temin edilmiştir. *Bacillus* OSU-142 bakteri suşu azot fiksasyonu, fosfat çözücü ve bitkisel hormon üretiminde önemli rol oynamaktadır. (Eşitken ve ark., 2010). Bakteri uygulamasında elma ağaçlarının taç izdüşümüne çukurlar açılarak %3 oranında seyreltilen bakteriden 1 L ağaç -1 olacak şekilde toprağa tam çiçeklenme tarihinde 1 defa uygulanmıştır. Aynı zamanda *Bacillus* OSU-142 bakterisi %3 oranında seyreltilerek ağaç başına 3 L olacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapraklardan verilmiştir.

#### 2.1.5. Vermikompost + PGPR'in toprağa ve yaprağa uygulanması

Vermikompost + PGPR aynı ağaca başlık 2.1.2 ve 2.1.4' de belirtildiği gibi ağaçların kök bölgesine belirtilen dönemlerde uygulanmıştır. Ayrıca aynı ağaçlara vermikompostun sıvı formu içerisine %3 oranında bakteri suşu karıştırılarak ağaçlar tamamen ıslanacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapraklardan da verilmiştir.

#### 2.1.6. Alg ekstraktı + PGPR'in toprağa ve yaprağa uygulanması uygulaması

Alg ekstraktı + PGPR aynı ağaca başlık 2.1.3 ve 2.1.4' de belirtildiği gibi karıştırılarak toprağa uygulanmıştır. Bu amaçla 30 ml bakteri stoğundan ve 150 ml alg ekstraktı stoğundan alınıp üzeri 1 L'ye tamamlanarak (%3 bakteri ve %15 alg ekstraktı) her ağaca kök bölgesinden verilmiştir. Ayrıca aynı ağaçlara bakteri suşu+alg ekstraktı ağaçlar tamamen ıslanacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapraklardan da verilmiştir.



### 2.1.7. Vermikompost + alg toprağa ve yaprağa uygulanması

Vermikompost + alg ekstraktı başlık 2.1.2 ve 2.1.3' de belirtildiği gibi ağaçların kök bölgesine karıştırılarak belirtilen dönemlerde uygulanmıştır. Ayrıca aynı ağaçlara vermikompostun sıvı formu ve alg ekstraktı ağaçlar tamamen ıslanacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapraktan da verilmiştir.

### 2.2. Çalışmada incelenen pomolojik parametreler

Çalışmada her tekerrürden 10'ar adet meyve kullanılarak meyve eni (mm), meyve boyu (mm), ortalama meyve ağırlığı (g), meyve eti sertliği (N) ve meyve kabuk rengi incelenmiştir (Öztürk, 2012; Butar, 2013).

### 2.3. Çalışmada incelenen biyokimyasal analizler

#### 2.3.1. Suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM %)

Toplanan meyveler yıkandıktan sonra soyulup suları sıkılmış ve dijital refraktometre ile meyve sularındaki suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı yüzde olarak belirlenmiştir (Öztürk, 2012; Butar, 2013).

#### 2.3.2. Meyve suyunun pH'sı

Elde edilen meyve sularının pH'sı dijital ph metre yardımıyla ölçülmüştür (Öztürk, 2012; Butar, 2013).

#### 2.3.3. Meyve suyunda titre edilebilir asit miktarının belirlenmesi (g/100ml)

Meyve suları sıkıldıktan sonra tortularından ayrılıp 10 ml alınmış ve saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen karışımın pH'sı 8.1 oluncaya kadar 1N NaOH ile titre edilmiştir. Harcanan NaOH not alınmış ve % olarak malik asit cinsinden hesaplanmıştır (Öztürk, 2012).

#### 2.3.4. Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesi (mg GAE/g)

Toplam fenolik miktarı Singleton ve Rossi (1965)'nin belirttiği Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak belirlenmiştir. Homojenize edilen meyve püresi aseton, su ve asetik asit (70:29.5:0.5) çözeltisi kullanılarak, bir saat boyunca tüpler içerisinde ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra ekstraksiyonun üzerine Folin-Ciocalteu's kimyasalı ile saf su karıştırılmış ve 8 dakika bekletilmiş, akabinde üzerine % 7'lik sodyum karbonat ilave edilmiştir. İki saat inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbansı, spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda okutulmuştur.

#### 2.3.5. Toplam flavonoid içeriği (mg catechin/100g)

Toplam flavonoid içeriği Zhishen ve ark. (1999) tarafından belirtilen yöntemle göre belirlenmiştir. Her örnekten 1 mL alınmış ve üzerine 0.3mL 5% NaNO<sub>2</sub> solüsyonu eklenip karıştırılmıştır. 5 dakika inkübasyonun ardından üzerine 0.3mL %10 AlCl<sub>3</sub> eklenmiştir. 6 dakika daha inkübasyona tabi tutulup üzerine 2 mL 1 M NaOH eklenip karıştırılmış ve 2 dakika bekletilmiştir. Son karışım üzerine 4 mL saf su eklenmiş ve 510 nm dalga boyunda örneklerin absorbans değerleri okutulmuştur.

#### 2.3.6. Toplam antioksidan kapasitesi (%inhibisyon mg/100g)

Toplam antioksidan kapasitesi Kumaran ve Karunakaran (2006) tarafından bildirilen DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerden 2 gram alınıp 20 mL %80 etanol içerisinde parçalanmış ve 2 saat -20°C'de inkübasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra 2000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant (sıvı) kısmı analiz için alınmıştır. 100 µL süpernatant üzerine metanol içerisinde çözdürülmüş 2 mL 0.1mM DPPH eklenmiştir. 30 dakika inkübasyon edildikten sonra 517 nm'de metanole karşı okuma yapılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada elma ağaçlarına, vermikompost (10 kg ağaç<sup>-1</sup>), alg ekstraktı (%15), PGPR (%3) ve kombinasyonları uygulanmış ve söz konusu bitki büyümeyi düzenleyici maddelerin meyvelerin kalite ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Uygulamaların meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve meyve sertliği üzerine

etkisinin istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır ( $p \leq 0.05$ ) (Çizelge 1). Araştırmada uygulamaların meyve ağırlığı üzerine etkisi değerlendirildiğinde en yüksek meyve ağırlığı PGPR+vermikompost kombinasyonundan (346.80 g), en düşük meyve ağırlığı ise kontrol uygulamasından (183.65 g) elde edilmiştir. Meyve eni bakımından değerlendirildiğinde en yüksek meyve eni vermikompost uygulamasından elde edilirken (82.32 mm), yine en düşük meyve eni kontrol uygulamasından (74.65mm) elde edilmiştir. Uygulamaların meyve boyu üzerine etkisi değerlendirildiğinde ortaya çıkan farkın istatistik olarak önemli olduğu ( $p \leq 0.05$ ) ve neredeyse tüm uygulamaların kontrol uygulamasından yüksek olduğu ve aynı istatistik grubunda yer aldığı saptanmıştır. Uygulamaların meyve sertliği üzerine etkisinin de incelendiği çalışmada alg ve PGPR+vermikompost+alg uygulamalarının en yüksek değere sahip oldukları belirlenmiştir (Sırasıyla, 78.99 N ve 77.40 N).

Çizelge 1. Uygulamaların meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve meyve sertliği üzerine etkisi  
Table 1. The effect of treatments on fruit weight, fruit length, fruit height and fruit firmness

UYGULAMALAR	Meyve ağırlığı (g)	Meyve eni (mm)	Meyve boyu (mm)	Meyve Sertliği (N)
KONTROL	183.65±1.83C	74.65±0.57D	69.69±1.52C	73.13±0.29B
PGPR	225.31±5.45BC	79.32±1.34AB	74.20±1.51AB	74.91±0.66B
VERMİKOMPOST	223.20±29.30BC	82.32±1.10A	75.03±2.87AB	74.57±1.29B
ALG	186.65±7.22C	74.21±1.12D	72.98±0.34BC	78.99±1.04A
PGPR +VERMİKOMPOST	346.80±24.80A	75.57±2.09CD	77.63±0.66A	72.98±0.33B
PGPR+ALG	196.48±2.57C	77.17±2.05BCD	74.55±2.04AB	74.93±0.69B
VERMİKOMPOST+ALG	246.00±17.70B	80.38±0.39AB	78.23±0.77A	73.23±1.03B
PGPR+VERMİKOMPOST+ALG	222.75±4.06BC	78.76±0.86ABC	77.74±0.16A	77.40±0.64A

\*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Bitki büyümeyi düzenleyici maddelerin meyve kabuk rengi üzerine etkisi Çizelge 2’de sunulmuştur. Uygulamaların meyve eti rengi üzerine etkisinin istatistik olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p \leq 0.05$ ). Buna göre a\* (kırmızı renk) indeksi bakımından değerlendirildiğinde alg, PGRP, vermikompost, ve PGPR+vermikompost uygulamalarından elde edilen meyvelerin kontrol uygulamasından daha kırmızı oldukları ve en yüksek a\* değerine sahip oldukları tespit edilmiştir (sırasıyla, 24.76, 24.26, 23.92, 23.87). Uygulamaların b\* (sarı renk) indeksi üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değerlerin PGPR+alg, alg ve PGPR+vermikompost+alg uygulamalarından elde edildiği saptanmıştır (sırasıyla, 18.60, 17.13, 17.74). Uygulamaların L\* değeri üzerine etkisi incelendiğinde kontrole göre düşüşün olduğu bunun da sebebinin meyvelerdeki antosiyanin miktarındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir (Whale ve ark., 2008). Buna göre en düşük L\* değeri alg ve vermikompost+alg (sırasıyla, 35.03 ve 36.72) uygulamalarından elde edilmiştir. c\* (chroma) ölçümlerinde vermikompost, vermikompost+alg ve PGPR+vermikompost+alg uygulamalarında azalış tespit edilirken diğer uygulamaların kontrol ile aynı istatistik grubunda yer aldığı saptanmıştır. h\* (Hue) değeri a\* ve b\* değerlerine göre hesaplanmakta ve meyvelerdeki rengin görsel niteliğini tanımlamaktadır (Fairchild, 2005). Çalışmamızda PGPR ve vermikompost+alg uygulamalarından elde edilen h\* değerinin kontrolden düşük olduğu (sırasıyla, 23.58, 24.79), PGPR+alg ve PGPR+vermikompost+alg kombinasyonlarında ise kontrole göre artışın olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla, 42.52, 45.80).

Çizelge 2. Uygulamaların L\*,a\*,b\*,c\*,h\* değerleri üzerine etkisi

Table 2. The effect of treatments on L\*, a\*, b\*, c\*, h\* values

UYGULAMALAR	L*	a*	b*	c*	h*
KONTROL	48.38±0.82A	20.56±1.41BC	16.39±1.12BC	29.29±0.31AB	33.31±2.05B
PGPR	42.06±0.39CD	24.26±0.52A	11.65±1.20D	27.43±0.50BCD	23.85±0.70C
VERMİKOMPOST	41.63±0.41D	23.92±1.08A	13.83±1.25CD	26.44±0.52D	30.05±1.45B
ALG	35.03±0.79E	24.76±0.37A	17.13±0.73AB	28.99±1.14ABC	33.38±0.87B
PGPR+ VERMİKOMPOST	44.00±1.35BC	23.87±0.47A	16.43±0.90BC	29.19±0.52AB	33.77±1.78B
PGPR+ALG	44.60±0.83B	20.36±0.31BC	19.27±0.60A	30.36±1.03A	42.52±1.59A
VERMİKOMPOST+ALG	36.72±0.63E	22.46±0.96AB	11.18±0.77D	25.61±0.58D	24.79±0.87C
PGPR+VERMİKOMPOST+ALG	41.71±0.68D	17.96±1.68C	17.74±0.74AB	27.19±0.25CD	45.80±1.72A

\*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Çalışmada bitki büyüme düzenleyici maddelerin SÇKM, pH ve TEA üzerine etkisi Çizelge 3'te sunulmuştur. Uygulamaların SÇKM ve pH üzerine etkisinin istatistik açıdan önemli olmadığı ve tüm uygulamaların aynı istatistik grubunda yer aldığı, TEA değerlerinde ise PGPR+vermikompost+alg ve PGPR+alg uygulamalarının arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p \leq 0.05$ ). TEA incelendiğinde PGPR+vermikompost+alg uygulamasından en yüksek değer elde edilirken (%0.40) en düşük değer ise PGPR+alg uygulamasından (%0.23) elde edilmiştir.

Çizelge 3. Uygulamaların SÇKM, pH ve TEA üzerine etkisi

Table 3. The effect of treatments on SSC, pH and TA

UYGULAMALAR	SÇKM (%)	pH	Titre Edilebilir Asit (TEA) (% malic acid)
KONTROL	13.27±0.59	3.79±0.12	0.33±0.06AB
PGPR	13.13±0.45	3.50±0.04	0.31±0.07AB
VERMİKOMPOST	14.00±0.69	3.74±0.27	0.38±0.06AB
ALG	14.10±0.61	3.54±0.04	0.30±0.05AB
PGPR+VERMİKOMPOST	14.07±0.31	3.60±0.02	0.32±0.03AB
PGPR+ALG	12.63±0.25	3.66±0.13	0.23±0.03B
VERMİKOMPOST+ALG	13.40±0.69	3.70±0.17	0.28±0.03AB
PGPR+VERMİKOMPOST+ALG	12.93±0.84	3.62±0.12	0.40±0.10A

\*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriğinin de incelendiği bu çalışmada bitki büyüme düzenleyici maddelerin biyokimyasal içerikler üzerine etkisi Çizelge 4'te sunulmuştur. Uygulamaların biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p \leq 0.05$ ). Bitki büyüme düzenleyici maddelerin toplam antioksidan aktivite üzerine etkisi incelendiğinde, neredeyse tüm uygulamaların kontrol uygulamasından yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek aktivite alg uygulamasından (92.29 %inhibisyon mg/100g), en düşük aktivite ise kontrol uygulamasından (74.48 %inhibisyon mg/100g) elde edilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği bakımından uygulamalar değerlendirildiğinde yine tüm uygulamaların kontrol uygulamasından yüksek olduğu ve en yüksek fenolik madde içeriğinin yine alg uygulamasından (121.72 mgGAE/100g) elde edildiği tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla, PGPR+vermikompost+alg, PGPR, vermikompost+alg (sırasıyla, 110.85 mgGAE/100g, 105.92 mgGAE/100g, 105.77 mgGAE/100g) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde toplam flavonoid içeriği değerlendirildiğinde tüm uygulamaların kontrol uygulamasından yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek flavonoid içeriği (38.01 mg catechin/100g) PGPR+vermikompost+alg uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla, PGPR+alg, vermikompost+alg uygulamaları takip etmiştir (sırasıyla, 36.80 mg catechin/100g ve 35.55 mg catechin/100g).

Çizelge 4. Uygulamaların toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriği üzerine etkisi

Table 4. The effect of treatments on total antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid content

UYGULAMALAR	Toplam Antioksidan Aktivite (%inhibisyon mg/100g)	Toplam Fenolik Madde İçeriği (mgGAE/100g)	Toplam Flavonoid İçeriği (mg catechin/100g)
KONTROL	74.48±1.18D	65.42±2.70F	20.18±1.28F
PGPR	81.38±1.50C	105.92±0.84C	32.46±2.27BCD
VERMİKOMPOST	81.50±1.36C	100.40±2.88D	31.67±1.38CD
ALG	92.29±1.64A	121.72±1.02A	29.50±1.15DE
PGPR+VERMİKOMPOST	86.77±2.55B	88.94±1.17E	26.42±0.85E
PGPR+ALG	87.24±1.48B	101.77±1.13CD	36.80±2.70AB
VERMİKOMPOST+ALG	91.11±1.06AB	105.77±0.50C	35.55±1.63ABC
PGPR+VERMİKOMPOST+ALG	78.36±2.16CD	110.85±1.20B	38.01±1.74A

\*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) tarımsal öneme sahip ve toprakta serbest halde yaşayan canlılardır. PGPR, bitki sağlığı ve büyümesi üzerine birçok olumlu etkiye sahiptir. Bu etkiler içerisinde hastalığa neden olan mikroorganizmaların baskılanması, besin kullanılabilirliğini artırması ve asimilasyonu hızlandırması en önemlilerindedir. Bu nedenle, toprak verimliliğini ve ürün miktarını artırma ve kimyasal gübrelerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltma arayışında, PGPR'den faydalanma tarımsal amaçlar arasında yer almaktadır. PGPR'ler rizosferde bitkinin kök etrafında bulunurlar. Aynı zamanda yabancı ot, kuraklık stresi, ağır metaller ve tuz

stresi gibi olumsuz çevresel koşullarına karşı bitkinin toleransını arttırmaktadırlar (Kumar ve ark., 2009). Bu amaçla son yıllarda farklı araştırmacılar tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Aslantaş ve ark. (2007) M9 ve MM 106 anaçlar üzerine aşılantmış Granny Smith, Stark Spur ve Golden delicious elma çeşitlerine *Bacillus* OSU-142, *Burkholderia* OSU-7, *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* M-3 bitki büyüme düzenleyici bakteriler uygulayarak bitki gelişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. PGPR'lerin bitkide indol asetik asit (IAA) ve sitokinin üretmeyi ve buna ek olarak topraktaki fosfatı çözmeyi başardığını tespit etmişlerdir. Bakterilerin elma ağaçlarında sürgün sayısını arttırdığını ve büyüme üzerine olan etkisinin indol-3-asetik asit ve sitokinin sentezini teşvik edici etkisi ile doğrudan ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Karlıdağ ve ark. (2007) Granny Smith elma çeşidine üç farklı bakteri suşu (*Bacillus* M3, *Bacillus* OSU-142 ve *Microbacterium* FS01) ve kombinasyonlarını uygulayarak bitkide meydana gelen verim, gelişme ve besin bileşimi değişimi incelemişlerdir. M3, OSU-142 ve FS01 bakteri suşları ve kombinasyonlarının bitki büyümesini uyardığı ve Granny Smith'te önemli verim artışlarına neden olduğunu bildirmişlerdir. PGPR suşlarının köklere inokülasyonu sonrası kontrole göre, kümülatif verimi (%26,0–88.0), meyve ağırlığını (% 13.9-25.5), sürgün uzunluğunu (% 16.4–29.6) ve sürgün çapını (% 15.9-18.4) önemli ölçüde arttırdığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte PGPR'ler bitkinin indol asetik asit (IAA) hormonu salgılamasını teşvik ederek, hücre bölünmesine katkı sağlamaktadır. IAA ayrıca diğer büyümeyi teşvik edici bakterilerin kolonizasyonunu arttırarak bitkinin topraktan besin alımına katkı sağlamaktadır (Vandeputte ve ark., 2005). Yine PGPR'ler etilen hormonunun sentezlenmesinde görev alan 1-aminosiklopropan-1 karboksilat (ACC) deaminaz aktivitesini etkileyerek bitkide etilen üretim seviyesini düşürmektedir (Patten ve Glick, 2002). PGPR suşlarının indol-3-asetik asit, sitokinin veya bitki büyümesi ve veriminde önemli rol oynayan hormonları üretme kabiliyetine sahip olduğu farklı araştırmacılar tarafından da çok kez vurgulanmıştır (Probanza ve ark., 1996). Motosugi ve ark. (1995), bakteri uygulamasının meyve rengi, ŞÇKM ve pH üzerine etkili olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde, *Bacillus* OSU-142 ve M3 uygulamasının verim ve kalite parametreleri üzerine etkisinin olduğu farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Aslantaş ve ark., 2007). Kompost uygulamaları 1980'li yıllarda hızlı bir şekilde yayılmaya başlamıştır. Topraktaki organik madde birikiminin artırılması, çevre kirliliğinin azaltılması ve atıklarının işlenmesi bu uygulamalara yönelmenin nedenleri arasında sayılmaktadır. Kalite bakımından vermikompost, termofilik kompostlara göre fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan daha üstün niteliklere ve ekonomik değere sahiptir (Dominguez ve ark., 1997). Vermikompost, kompostlama işleminin solucanlar tarafından yapılmasına verilen isimdir. Kompostlama işleminde solucanlar, karışıma yüksek oranda oktan katarak süreci hızlandırmaktadırlar (Edwards ve Bohlen, 1996). Vermikompostlar bünyesinde nitrat, fosfat, kalsiyum, çözülebilir potasyum ve bitki büyümesinde görev alan hormonları barındırmaktadır (Joshi ve Pal Vig, 2010). Ayrıca yüksek su tutma kapasitesine, drenaj, aerosyon ve yüksek poroziteye sahiptirler. Güçlü emilebilirliği ve besin tutumu sayesinde besin elementleri ortamda daha uzun süre kalabilmektedir (Lunt ve Jacobson, 1994). Aminifard ve Bayat (2016) farklı dozlarda vermikompost uygulamasının *Capsicum annum* L.'da kalite, verim ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu doğrultuda dört farklı konsantrasyonda (0, 5, 10 ve 15 t/ha) vermikompost uygulaması yapmışlardır. Çalışma sonucunda bütün uygulamaların antioksidan aktivite, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarında ve meyve kalite parametrelerinde (pH, titre edilebilir asitlik, askorbik asit ve meyve sertliği) artış sağladığını bildirmişlerdir. Tavalı, (2011), farklı dozlardaki vermikompost uygulamalarının toprağın enzim aktivitesi ve bakteriyel varlığı üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildirmiştir. Grzyba ve ark. (2013) M9 anacı üzerine aşılantmış Topaz ve Ariwa elma çeşitlerine konvasiyonel (ticari) ve organik kökenli (vermikompost, PGPR, deniz yosunu) gübreler uygulamışlar ve fidan gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kullanılan organik gübrelerin bitkilere yeterli besin kaynağı sağlayabildiğini ve organik elma fidanlıklarında başarıyla kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Sutariya ve ark. (2018) farklı organik gübrelerin kuş üzümünde pomolojik ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada PGPR, vermikompost ve farklı bitki besin elementlerinden oluşan kombinasyonun meyve suyu miktarında, ŞÇKM içeriğinde, toplam şeker ve vitamin C'de artışa, meyve suyu asitliğinde ise azalışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Alg ekstraktları son yıllarda depo esnasında meyve kayıplarının önlenmesinde, ürün miktarının artırılmasında, topraktan inorganik besin maddelerinin alınımının kolaylaştırılmasında, tohum çimlenmesinin ve stres koşullarına direncin artırılması gibi alanlarda çok fazla kullanılmaktadır (Blunden, 1991). Günümüzde alg ekstraktlarının toprağa sıvı veya katı şekilde uygulanarak toprağın yapısının uzun süre korunması ve toprak veriminin artırılması amaçlanmaktadır. Bunun yanı sıra yaprakтан alg uygulamalarının bitkilerde verim ve kalite üzerine olumlu yönde etkilerde bulunduğu bildirilmiştir (Güner ve Aysel, 1996). Deniz yosunları kuvvetli kök gelişimini teşvik ettiği böylece bitkilerin topraktaki su ve besin maddelerinden daha etkin bir şekilde yararlandığı bilinmektedir. Aynı zamanda alg ekstraktları, bitkilerde klorofil oluşumunu ve yeşil aksamın artmasını teşvik etmektedir. Böylece daha fazla karbonhidrat, protein gibi maddelerin sentezlenmesini, bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı daha dirençli olmalarını, bitkilerin don, kuraklık, yetersiz güneş, su, sıcak ve soğuk gibi çevresel streslere (abiotik stres) dayanımını sağlamaktadır. Ayrıca bitkide meyve dökümünü büyük oranda azaltarak, yaklaşık %30'a varan verim artışlarının sağlandığı bildirilmektedir (Blunden ve ark., 1992). Özkan ve Yaman (2009) Granny Smith elma çeşidinde farklı organik ağaç başına verim, yaprak alanı ve yaprak sayısı, yaprakta bulunan makro ve mikro besin elementleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma

sonucunda tüm uygulamaların kontrol uygulamasından daha yüksek miktarda makro ve mikro element içerdiğini ve verimde artış sağladığını bildirmişlerdir. Atasay ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada M9 anacı üzerine aşılı Williams Pride, Jonafree, Golden Delicious ve Rajka elma çeşitlerine 3 farklı besin uygulamasının (Çiftlik gübresi, Yeşil gübreleme, Alg ekstraktı) bitki gelişimi üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Verkleij (1992) tarafından yapılan çalışmada 100-1000 kat seyreltilmiş alg ekstraktının şeftalilere uygulanması sonucu depo ömrünün uzadığı aynı zamanda muz ve mango gibi meyvelerin alg ekstraktından yapılmış solüsyonlara batırılarak olgunlaşmanın hızlandığı bildirilmiştir. Yukarıda belirtilen sonuçlara paralel olarak çalışmamızda PGPR, vermikompost, alg ve kombinasyonlarının meyve eni ve boyunda kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında artış sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca meyve ağırlığı ve meyve sertliği parametrelerinde de kontrol uygulamasından yüksek değerler elde edilmiştir. Yine renk parametreleri incelendiğinde tüm uygulamalardan, kontrol uygulamasına göre daha kaliteli meyveler elde edilmiştir. Araştırmada alg, PGPR ve kombinasyonlarından kontrol uygulamasına göre daha kırmızı renkte meyveler elde edilmiştir. Bununla birlikte alg uygulamasının toplam antioksidan ve toplam fenolik madde içeriğinde artışa neden olmasının meyve rengi ile bağlantılı olabileceği sonucunu ortaya koymaktadır. Çünkü meyve kırmızılığının artışı antosiyaninde meydana gelen artışa işaret etmektedir. L\* değerindeki azalış da meyvelerdeki antosiyanin miktarındaki artışı destelemektedir. Dolayısıyla meyve renginde meydana gelen kırmızılaşmanın, içerdiği toplam antioksidan, toplam fenolik ve toplam flavonoid madde içeriğinde de artış sağladığı sonucunu ortaya koymaktadır (Shao ve ark. 2007). Fenolik ve antioksidan maddeler, meyvelerde yoğun olarak bulunan ve insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olan sekonder metabolitlerdir (Chen ve Chen 2013). Bu bileşiklerin kanser hücrelerini inhibe ettiği, antitumörjenik aktiviteye ve kan basıncını düşürücü etkiye sahip olduğu, kardiyovasküler riski azalttığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Naruszewicz ve ark., 2007). Dolayısıyla çalışmamızda kullanılan bitki büyüme düzenleyicilerin biyokimyasal içeriklerde de artışa neden olmasının hem tüketici hem de üretici tarafından istenen bir durum olduğunu söylemek yadsınamayacak bir gerçektir.

#### 4. Sonuç

Sonuç olarak, aşırı gübre kullanımı ve gübre üretiminin yüksek maliyetlerinden kaynaklanan çevre kirliliği göz önüne alındığında, yapılan çalışmada test edilen PGPR suşu, vermikompost ve alg ekstraktlarının sürdürülebilir ve çevreye zarar vermeyen yetiştiricilik bakımından üretiminde kullanılma potansiyeline sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan organik kökenli materyallerin kararlılıkları, uygulama kolaylığı, düşük maliyetli olmaları ve farklı çevresel faktörlere karşı tolerant olmaları da tercih sebepleri arasında yer almaktadır. Değişen ve öngörülemez iklim koşulları göz önüne alındığında gelecekteki araştırmalar, büyüme ve kalite üzerinde önemli etkisi olan organik bitki büyüme düzenleyicilerin kombinasyonlarına yönelik farklı çalışmaların da önünü açabileceği düşünülmektedir.

#### Teşekkür

Çalışmamızda meyve bahçesini kullanmamıza müsaade eden Öz-Bay Limited Şirketine teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Ahnström, J., 2002. Ekologiskt Lantbruk Och Biologisk Mångfald: En Litteraturgenomgång [Organic farming and biodiversity: a literature review]. Centre for Sustainable Agriculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden [in Swedish].
- Ak, İ., 2004. Apolyont Doğal Tarım Ve Hayvancılık Projesi. I. Uluslararası Organik Hayvansal Üretim ve Gıda Güvenliği Kongresi. 28 Nisan–1 Mayıs, 2004, s.144.
- Aktaş, T., 2018. Vermikompostun farklı tekstürlere sahip topraklarda bitki gelişimine ve toprakların fiziksel kimyasal özelliklerine etkisi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 54s, Tekirdağ.
- Aminifard, M., Bayat, H., 2016. Effect of vermikompost on fruit yield and quality of bell pepper. International Journal of Horticultural Science and Technology, 3 (2): 221-229. <https://doi.org/10.22059/IJHST.2017.209130.129>
- Aslantaş, R., Çakmakçı, R. Şahin, F., 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. Scientia Horticulturae, 111, 371–377. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.016>
- Atasay, A., İşçi, M., Üçgün, K., Öztürk, G., Kaymak, S., Akgül, H. 2011. Organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen M9 anaçlı bazı elma çeşitlerinde farklı besin uygulamalarının bitkinin morfolojik gelişimi üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (1): 1-6.
- Atiyeh, R, Edwards, C, Subtler, S, Metzger, J, 2000. Effect of vermikomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedo Biologia, 44, 579-590.
- Battacharyya D., Babgohari M.Z., Rathor P., Prithiviraj B., 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>
- Blunden, G., 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. Seaweed resources in Europe, 65-81.

- Blunden, G., Whapham, C., Jenkins, T., 1992. Seaweed extracts in agriculture and horticulture: their origins, uses and modes of action. School of Pharmacy and Biomedical Science and "School of Biological Sciences, University OF Portsmouth, King Henry John Street, Portsmouth, Hampshire, 1-202.
- Butar, S., 2013. AVG (Aminoethoxyvinilglycine)' nin Jersey Mac elma çeşidinde hasat önu meyve dökümü, hasat zamanı ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 74s, Aydın.
- Çalhan, Ö., Eren, İ., Seçmen, T., Güneşli, A., Onursal, C. E., Koyuncu, M.A., 2015. Determination of storage and shelf life quality of Jeromine apple variety grown in the Isparta. In Sixth International Scientific Agricultural Symposium" Agrosym 2015", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 15-18, 2015. Book of Proceedings (pp. 1001-1006). University of East Sarajevo.
- Chen, X., Wu, X., Chai, W., Feng, H., Shi, Y., Zhou, H., Chen, Q., 2013. Optimization of extraction of phenolics from leaves of *Ficus virens*. Journal of Zhejiang University-Science B (Biomedicine & Biotechnology), 14 (10):903-915.
- Dmytryk A., Chojnacka K., 2018. Algae as fertilizers, biostimulants, and regulators of plant growth. In Algae Biomass: Characteristics and Applications. Springer, 115-122. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-74703-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-74703-3_10)
- Dominguez, J., Edwards C.A., Subler, S., 1997. A Comparison of vermicomposting and composting. Biocycle, 38, 57-59.
- Dudas, A., Szalai, Z. M., Videki, E., Wass-Matics, H., Kocsis, T., Vegvari, GY., Kotroczó Z., Biro, B., 2017. Sporeforming *Bacillus* bioeffectors for healthier fruit quality of tomato in pots and field. Applied Ecology and Environmental Research, 15 (4): 1399-1418.
- Edwards, C.A., Bohlen, P.J., 1996. Biology and ecology of earthworms. 3rd. Ed. Chapman and Hall, New York
- Edwards, C.A., Dominguez, J., Neuhauser, E. F. 1998. Growth and Reproduction of *Perionyx excavatus* (Perr.) (Megascolecidae) as Factors in Organic Waste Management. Biology and Fertility of Soils, 27, 155-161.
- EKici, M., Yıldırım, E., Kotan, R., 2015. Bazı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin brokkoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 28 (2): 53-59.
- Ertürk, A.S., 2015. Bitki Büyümesini teşvik edici rizobakteri (PGPR) uygulamasının eşme ayva çeşidinde (*Cydonia vulgaris* L.) meyve özellikleri ve bitki gelişmesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 68s, Tokat.
- Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Turan, M., Şahin, F., 2003 a, The effects of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloglu). Australian Journal of Agricultural Research, 54, 377-380.
- Eşitken, A., Yıldız, H.E., Ercişli, S., Dönmez, M.F., Turan, M., Güneş, A., 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. Scientia Horticulturae, 124, 62-66. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.012>
- Fairchild, M. D., 2005. Color appearance models. John Wiley and sons.
- Güner, H., Aysel, V., 1996. Tohumuz bitkiler sistematiği. 1. Cilt (Algler). Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No.108, Bornova, İzmir.
- Grzyba, Z. S., Piotrowski, W., Bielicki, P., Sas Paszt, L., Malusa, E., 2013. Effect of organic fertilizers and soil conditioners on the quality of maiden apple trees. research institute of horticulture. Department of Pomology Konstytucji, 1 (3): 96-100. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1001.35>
- Joshi, R., Pal Vig, A., 2010. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). African Journal of Basic & Applied Sciences, 2(3-4): 117-123.
- Kara Özbek, C., Dalkılıç, Z., 2017. Üç yapraklı portakal çöğürlerinin büyümesi üzerine mikoriza ve solucan gübresinin etkisi, nagami kamkati aşu kalemlerinin kobalt-60 ışınlanmasına dayanımının belirlenmesi ve farklı genotiplerin rapd belirteçleri ile tanımlanması. ADÜ Ziraat Dergisi, (1): 1-7. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.304139>
- Karlıdağ, H., Eşitken, A., Turan, M., Şahin, F. 2007. Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. Scientia Horticulturae, 114, 16-20. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.04.013>
- Kumar, K.V., Srivastava, S., Singh, N., Behl, H.M., 2009. Role of metal resistant plant growth promoting bacteria in ameliorating fly ash to the growth of *Brassica juncea*. Journal of Hazardous Materials, 170 (1): 51-57. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.04.132>
- Kumaran, A., Joel Karunakaran, R., 2006. Antioxidant activities of the methanol extract of *Cardiospermum halicacabum*. Pharmaceutical Biology, 44 (2): 146-151. <https://doi.org/10.1080/13880200600596302>
- Lunt, H.A., Jacobson, H.G., 1994. The chemical composition of earthworm casts. Soil Science, 58, 367-75.
- Motosugi, H., Gao, Y.P., Sugiura, A., 1995. Rootstock effects on fruit quality of 'Fuji' apples grown with ammonium or nitrate nitrogen in sand culture. Scientia Horticulturae, 61 (3-4): 205-214. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(94\)00745-2](https://doi.org/10.1016/0304-4238(94)00745-2)
- Naruszewicz, M., Łaniewska, I., Millo, B., Dłuzniowski, M., 2007. Combination therapy of statin with flavonoids rich extract from chokeberry fruits enhanced reduction in cardiovascular risk markers in patients after myocardial infraction (MI). Atherosclerosis, 194 (2): 179-184. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2006.12.032>
- Özbek, S., 1978. Özel meyvecilik, elmanın ekolojik istekleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 128, 485.
- Özkan, Y., Yaman, F., 2009. Farklı organik materyal uygulamalarının granny smith elma çeşidinin performansı ve yaprak besin maddesi içeriği üzerine etkileri. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 2 (2): 123-132.
- Öztürk, A. İ., 2004. Türkiye'de organik bal üretimi. I. Uluslararası Organik Hayvansal Üretim ve Gıda Güvenliği Kongresi. 28 Nisan-1 Mayıs, 2004, s.111.
- Öztürk, B., Özkan, Y., Yıldız, K., Çekiç, Ç., Kılıç, K., 2012. Red chief elma çeşidinde aminoethoxyvinilglycinenin (AVG) ve naftelen asetik asitin (NAA) hasat önu döküm ve meyve kalitesi üzerine etkisi. Anadolu Journal Agriculture Science, 27 (3): 120-126.

- Patten, C. L., Glick, B.R., 2002. Role of *Pseudomonas putida* indoleacetic acid in development of the host plant root system. *Applied and Environmental Microbiology*, 68 (8): 3795-3801. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.8.3795-3801.2002>
- Probanza, A., Lucas, J.A., Acero, N., Gutierrez-Manero, F.J., 1996. The influence of native rhizobacteria on European alder (*Alnus glutinosa*[L.]Gaertn.) growth. I. Characterization of growth promoting and growthinhibiting bacterial strains. *Plant Soil*, 182, 59–66.
- Rogers, E.M., 1995. *Diffusion of Innovations*. New York, New York: The Free Press.
- Shao, L., Shu, Z., Sun, S.H., Peng, C.H., Wang, X., Lin, Z.H., 2007. Antioxidation of anthocyanins in photosynthesis under high temperature stress. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49, 1341–1351. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2007.00527.x>
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 (3): 144-158.
- Sivasankari, S., Venkatesalu, V., Anantharaj, M., Chandrasekaran, M., 2006. Effects of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. *Bioresource Technology*, 97, 1745-1751. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.06.016>
- Sutariya, N.K., Patel, M.J., Patel, H.A., Vasara, R.P., 2018. Effect of integrated nutrient management on bio chemical parameters of phalsa (*Grewia subinaequalis* L.) cv. local. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7 (5): 408-411.
- Tavalı, İ.E., 2011. Farklı dozlarda uygulanan vermikompostun toprağın enzim aktivitesi ve bakteriyel varlığı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 140s, Antalya.
- Vandeputte, O., Öden, S., Mol, A., Vereecke, D., Goethals, K., El Jaziri, M., Prinsen, E., 2005. Biosynthesis of auxin by the gram-positive phytopathogen *Rhodococcus fascians* is controlled by compounds specific to infected plant tissues. *Applied and Environmental Microbiology*, 71 (3): 1169-1177. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.3.1169-1177.2005>.
- Verkleij, F.N., 1992. Seaweed extract in agriculture and horticulture-A review. *Biology of Agriculture and Horticulture*, 8(4): 309-334.
- Whale, S., Singh, Z., Behboudian, H., Janes, A., Dhaliwal, S., 2008. Fruit quality in 'Crips Pink' apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Science Horticulturae*, 115 (4): 342- 351. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.10.015>
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64 (4): 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.938693

Geç olgunlaşma süresine sahip bazı tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotiplerinin tane verimi ve biyoyakıt öğelerinin belirlenmesi

Abdullah Öktem<sup>a,\*</sup>, Dicle Demir<sup>a</sup>, Ayşe Gülgün Öktem<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: aoktem@harran.edu.tr

Geliş/Received 19/05/2021 Kabul/Accepted 10/07/2021

ÖZET

Araştırmada geç olgunlaşma süresine sahip bazı tatlı sorgum genotiplerinin verim ve biyoyakıt öğelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrerrürlü olarak 2019 yılı ana ürün yetiştirme sezonunda Şanlıurfa koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada Brandes, Corina, Dale, Grassi, M81-E, P1579753, Ramada, Rio Roma, Smith, Theis, Topper 76-I, Topper 76-II, Tracy, UNL-Hybrid 3 ve Gülşeker gibi 16 adet geç olgunlaşma süresine sahip tatlı sorgum genotip'i kullanılmıştır. Çalışmada salkım çıkarma süresi, fizyolojik olgunlaşma süresi, sap verimi, tane verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitreye ağırlığı gibi özellikler incelenmiştir. Ayrıca özsu verimi, suda çözünür kuru madde oranı (brix), özsu oranı, şurup verimi, şeker verimi ve etanol verimi gibi biyoyakıt öğeleri de araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, sap verimi 5763.3 ile 14433.2 kg da<sup>-1</sup>, özsu verimi 2341.07 ile 6149.14 L da<sup>-1</sup>, suda çözünür kuru madde oranı (brix) % 13.36 ile % 20.40 arasında ve tane verimi 82.97 ile 328.18 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Çalışmada salkım çıkarma süresi 72.3 ile 102.3 gün, fizyolojik olgunlaşma süresi 128 ile 168 gün, bin tane ağırlığı 15.41 ile 45.13 g ve hektolitreye ağırlığı ise 51 ile 70 kg hL<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Araştırmada, özsu oranı % 30.42 ile % 50.37 arasında, şurup verimi 409.0 ile 931.7 L da<sup>-1</sup> arasında, şeker verimi 347.7 ile 792.0 kg da<sup>-1</sup> arasında, etanol verimi 185.1 ile 421.6 L da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Sap verimi, özsu verimi, brix, şeker verimi ve biyoetanol verimi gibi biyoyakıt öğeleri göz önüne alındığında Theis, M81-E, Dale, Smith, Tracy ve UNL-Hybrid-3 gibi tatlı sorgum çeşitlerinin diğer çeşitlere göre daha verimli oldukları gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Biyoetanol  
Brix  
Özsu verimi  
Şeker verimi  
Sap verimi  
Tatlı sorgum

Determination of grain yield and biofuel characteristics of some late matured sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotypes title

ABSTRACT

In the research, it was aimed to determine the yield and biofuel components of some late matured sweet sorghum genotypes. The experiment was conducted in a randomized block design with three replications in the 2019 main crop growing season under Şanlıurfa conditions. In the study, 16 late-matured sweet sorghum genotypes such as Brandes, Corina, Dale, Grassi, M81-E, P1579753, Ramada, Rio Roma, Smith, Theis, Topper 76-I, Topper 76-II, Tracy, UNL-Hybrid-3 and Gülşeker were used. In the research, duration of panicle formation, duration of physiological maturation, stalk yield, grain yield, thousand kernel weight and hectoliter properties were investigated. In addition, biofuel components such as plant juice yield, water-soluble dry matter ratio (brix), juice ratio, syrup yield, sugar yield and ethanol yield were also investigated. Stalk yield varied between 5763.3 and 14433.2 kg da<sup>-1</sup>, plant juice yield between 2341.07 and 6149.14 L da<sup>-1</sup>, and water-soluble dry matter ratio (brix) between 13.36 % and 20.40 %, grain yield between 82.97 and 328.18 kg da<sup>-1</sup>. In the study, the duration of panicle formation varied from 72.3 to 102.3 days, duration of physiological maturation from 128 to

Keywords:  
Bioethanol  
Brix  
Juice yield  
Sugar yield  
Stalk yield  
Sweet sorghum



168 days, thousand-grain weight from 15.41 to 45.13 g and hectoliter weight varied from 51 to 70 kg hL<sup>-1</sup>. In the study, the juice ratio was between 30.42 % and 50.37 % and the syrup yield was between 409.0 and 931.7 L da<sup>-1</sup>. The sugar yield ranged from 347.7 to 792.0 kg da<sup>-1</sup> and the bioethanol yield from 185.1 to 421.6 L da<sup>-1</sup>. It was determined that Theis, M81-E, Dale, Smith, Tracy and UNL-Hybrid-3 sweet sorghum genotypes gave higher values than other ones in terms of biofuel characteristics such as stalk yield, plant juice yield, water-soluble dry matter ratio, sugar yield and ethanol yield values.

## 1. Giriş

Dünya’da ve ülkemizde artan enerji ihtiyacı ve hızla tükenen fosil enerji kaynakları, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmıştır. Tatlı sorgum, yenilenebilir enerji elde etmek için kullanılabilir önemli bir bitkidir (Öktem ve ark., 2018). İnsan beslenmesinde ve hayvan yemi olarak da kullanılabilir (Buxton ve ark., 1999; Koppen ve ark., 2009). Tatlı sorgumun saplarından elde edilen şırasından (etanol üretimi için), sapından (enerji üretimi, plastik üretimi), tanesinden (hayvan yemi ve etanol üretimi için) yararlanılmaktadır. Tatlı sorgum küspesi ve yeşil yaprakları mükemmel bir yem, organik gübre, sanayide selülozik hammadde ve kağıt hamuru kaynağı olarak geniş kullanım alanlarına sahiptir (Almoderes ve Goli, 2013). Tatlı sorgumun kullanım alanları Dünyada her geçen gün artmaktadır. Tatlı sorgum bitkisi Poaceae familyasına ait C4 fotosentez grubunda bulunan tek yıllık bir enerji bitkisidir. Orijini Doğu ve Kuzey Afrika’dır. Güçlü ve hızlı büyüme potansiyeli olup, oldukça etkili kök yapısına sahiptir. Etkili kök yapısı bitkinin kuraklığa dayanıklılığını ve su ihtiyacının düşük olmasını sağlar (Koppen ve ark., 2009). Diğer bitkilere göre hastalık ve zararlılara karşı daha dirençlidir (Guiying ve ark., 2003).

Tatlı sorgum bitkisinin toplam ağırlığının % 70-75’i sap, % 10-15’i yaprak, % 10’u kök ve % 7’si tane kısmından oluşmaktadır (Grassi, 2001). Bu oranlar çeşide, kültürel yöntemlere ve özellikle bitki sıklığına bağlı olarak değişmektedir. Tatlı sorgum bitkisinin şeker içeriği yüksektir. En fazla şeker saptada (% 78.7) bulunmakta olup, fruktoz, glikoz ve sakkaroz gibi 14’ten fazla şeker türünü içermektedir. Saptaki özsuyunun brix değeri (suda eriyebilir toplam kuru madde miktarı) bitkinin ekildiği alana, çeşide ve hasat dönemine bağlı olarak değişmektedir.

Enerji bitkisi olmasının yanı sıra, iyi bir şeker kaynağıdır. Tatlı sorgum bitkisi, şeker üretiminin yapıldığı diğer bitkilerin yetişemediği yerlerde de üretilebildiğinden bu yerler açısından önemli bir avantaj oluşturabilir. Ayrıca şeker pancarı ekilen bölgelerde artan hastalıklar ve zararları azaltmak ve bitki öz suyundan etanol üretmek için şeker pancarı ile münavebe yapılabilirdiği bildirilmektedir (Frese, 1994). Özsuysundan fermantasyon yoluyla elde edilen etanol enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Gomez ve ark. (2011) tatlı sorgum bitkisinden 924 ile 1051 L ha<sup>-1</sup> arasında etil alkol elde etdiklerini bildirmişlerdir.

Tatlı sorgum bitkisinden elde edilen yakıtların uygun koşullarda yakılması ile havaya karışan duman içinde düşük oranda kükürt içermektedir (Dalianis ve ark., 1992). Çevre kirliliğinin artması ve enerji ihtiyacının fazla olması göz önüne alındığında, tatlı sorgum bitkisinin ciddi oranda faydalı olabileceği görülebilmektedir.

Günümüzde enerji alanında dışa bağımlı olmamak için birçok ülke enerji ihtiyaçlarını karşılamak için alternatif enerji kaynaklarına yönelmeye ve bu yönde yatırım yapmaya başlamışlardır. Fosil kaynaklarının yakın zamanda tükeneceği de göz önüne alındığında enerji ihtiyacının karşılanması için sürdürülebilir ve alternatif çözümler üretmek vazgeçilmez bir ihtiyaçtır. Hem temiz hem de sürdürülebilir enerji özelliği olan bitkilerden etanol elde edilmesi üzerinde durulması gereken bir konudur. Özellikle tatlı sorgum bitkisinin enerji bitkisi olarak kullanılarak etanol üretilmesi ve etanolün alternatif enerji kaynağı olarak kullanılması yönüyle tatlı sorgum önemli bir konuma yükselmiştir (Öktem ve Öktem, 2018). Dünya da tatlı sorgum’un enerji bitkisi olarak kullanılmasına karşın, Türkiye’de yeni tanınmaya başlamıştır. Tatlı sorgum bitkisinin ülkemizde ve GAP bölgesinde yaygınlaşması ile bioetanol üretimi artarak ülkemizin ekonomisine katkı sağlanabilecektir.

Sorgum bitkisinde olgunluk sınıfları erken/orta, geç ve çok geç olarak tanımlanmış olup, genel olarak erkenci/orta genotipler 85-105 gün, geççi genotipler 120-150 gün, çok geççi genotipler ise 130-160 gün arasında olgunlaşırlar (Burks, 2012). Araştırmada geç olgunlaşma süresine sahip bazı tatlı sorgum genotiplerinin Harran Ovası koşullarına adaptasyon kabiliyetlerinin belirlenmesi, verim potansiyellerinin ortaya çıkarılması, biyoyakıt kaynağı olarak kullanılabilirlik imkânlarının araştırılması ve kullanılan çeşitlerin verim ve biyoyakıt öğelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eyyübiye Araştırma ve Uygulama alanında 2019 yılında ana ürün yetiştirme koşullarında yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak geç olgunlaşma süresine sahip Brandes, Corina, Dale, Grassi, M81-E, P1579753, Ramada, Rio, Roma, Smith, Theis, Topper 76-I, Topper 76-II, Tracy, UNL-Hybrid-3 ve Gülşeker gibi 16 adet tatlı sorgum genotipi kullanılmıştır. Gülşeker yerli ve standart çeşit olup, diğerleri Amerika Birleşik Devletlerinden temin edilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri

Table 1. Some soil characteristics of the research area

Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Organik Madde (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kireç (%)	pH	N (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )
0-30	1.37	1.2	7	34	59	7.3	25	27	1280
30-60	1.40	0.8	17	25	58	7.2	12	20	900
60-90	0.6	0.6	20	21	59	7.2	6	17	810

Çizelge 2. Şanlıurfa'da 2019 yılının tatlı sorgum büyüme dönemindeki aylık bazı iklim verileri

Table 2. Monthly some climatic datas during 2019 sweet sorghum growth period in Sanliurfa

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	En yüksek sıcaklık (°C)	En düşük sıcaklık (°C)	Ortalama Nisbi Nem (%)	Ortalama güneşlenme süresi (saat)	Yağış miktarı (mm)
Nisan	14.4	26.8	5.9	67.0	7.6	97.4
Mayıs	25.2	40.3	10.1	35.8	11.1	7.3
Haziran	30.7	44.1	18.5	30.6	11.8	8.9
Temmuz	31.7	42.3	19.7	29.6	12.4	0.0
Ağustos	32.8	45.8	20.7	29.3	11.3	0.0
Eylül	27.9	39.5	15.9	30.3	10.4	0.2
Ekim	22.9	36.2	11.3	44.9	7.4	45.1
Kasım	12.8	18.7	8.4	72.5	5.9	44.9

\*Şanlıurfa Meteoroloji Müdürlüğü 2019 Yılı Bülteni (Anonim, 2019)

Deneme alanı toprağı bölgede geniş yayılım gösteren Harran toprak serisinde bulunmaktadır. Bu çeşit toprakların ana materyali alüvyon olup killi ve derin profilli düz ve düze yakın topraklardır. Tipik kırmızı profilleri kil tekstürlü ve bütün profil oldukça kireçlidir (Dinç ve ark., 1988). Deneme alanından alınan toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'den deneme alanına ait toprak özellikleri incelendiğinde; organik madde ve azot bakımından fakir, potasyum miktarı yüksek, alkali yapıda, tuzluluk düzeyinin düşük ancak kireç oranının yüksek olduğu görülmektedir.

Şanlıurfa ili Güneydoğu Anadolu iklim bölgesinde bulunmaktadır. Kısmen Akdeniz ikliminin de etkisi görülebilir. Yazları sıcak ve kurak kışları ılık bir iklime sahiptir. Yaz aylarında yağış miktarı yok denecek kadar az olup hava nispi nemi % 50'nin altındadır. Denemenin yürütüldüğü aylara ait bazı iklim değerlerinin yer aldığı Çizelge 2'de görüldüğü gibi haziran ve temmuz aylarında sıcaklık 40 °C'nin üzerine, ağustos ayında ise 45 °C'nin üzerine çıkmıştır. Bu aylarda hava nisbi nemi ise % 30 civarında gerçekleşmiştir. Haziran ayında 8.9 mm yağış görülürken, temmuz ve ağustos aylarında ise hiç yağış kaydedilmemiştir.

Deneme tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme alanı, nisan ayı içerisinde pullukla 20-25 cm derinlikte sürülmüş, goble disk ile kesekler parçalandıktan sonra tapan çekilerek toprak düzleştirilip ekime uygun tohum yatağı hazırlanmıştır. Denemede her parsel 5 m uzunluğunda ve 4 sıradan oluşmuş olup, sıra arası 70 cm sıra üzeri ise 15 cm olacak biçimde daha önce hazırlanan sırtlara her ocağa 2'şer tohum bırakılarak 2-4 cm derinliğe 24 Nisan 2019'da elle ekim yapılmıştır.

Ekimden sonra yağmurlama ile sulama yapılarak çıkış sağlanmıştır. Ekimden önce taban gübresi olarak 5 kg da<sup>-1</sup> saf fosfor ve 5 kg da<sup>-1</sup> saf azot uygulanmıştır. Bitkiler 40-50 cm'ye ulaştığında ise 15 kg da<sup>-1</sup> saf azot üst gübre olarak verilmiştir (Girgin, 2012). Çimlenme gerçekleşikten sonra bitkiler 15-20 cm iken tekleme ardından el çapası ve daha sonra da traktör çapası yapılmıştır. İlk traktör çapası bitkiler 15-25 cm arasında iken, 2. traktör çapası ise bitkiler 40 cm iken yapılmıştır. Yabancı ot yoğunluğuna göre yabancı otlarla mekanik mücadele yapılmıştır. Çıkıştan sonra bitkilerin su ihtiyacına göre 10-12 gün arayla karık sulama yapılmıştır.

Bitkilerin hasadı, her bir genotipin olgunlaşma süresi dikkate alınarak bitkilerde tanenin süt olum-sarı döneminde yapılmıştır (Naoyuki and Yusuke, 2004). Hasatta, parsel başından 0.5 m ve kenardaki birer sıra kenar

tesiri olarak bırakıldıktan sonra ortadaki 2 sıra hasat edilmiştir ( $2 \times 0.7 \times 4 = 5.6 \text{ m}^2$ ). Üç silindirli ezici bir makine kullanılarak tatlı sorgum bitkisinin sapları ezilerek bitki özsuğu çıkartılmıştır. Bitki özsuğu sıkıldıktan sonra dereceli plastik tüp ile mL cinsinden ölçülmüştür. Bitki özsuğu saptardan sıkıldıktan hemen sonra özsuğunun toplam çözünür kuru madde (Brix) içeriği bir refraktometre (Atago, 2021) kullanılarak ölçülmüştür. Şurup verimi, özsuğu verimi ile brix değerinin çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Şeker verimi ise şurup verimi ile fermantasyon etkinliği olan 0.85 ile çarpılmasıyla bulunmuştur (Jia ve ark., 2013). Etanol verimi aşağıda verilen denklem kullanılarak hesaplanmıştır.  $\text{EtOH} = [(\text{toplam şeker} / 5.68) \times 3.78] \times 0.8$  (Bunphan ve ark., 2015; Öktem ve ark., 2018). Denemede elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar ise % 5 seviyesinde DUNCAN testine göre belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Tatlı sorgum çeşitlerinin Harran Ovası ana ürün koşullarında salkım çıkarma süresi, fizyolojik olgunlaşma süresi, sap ağırlığı ve özsuğu verimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3'te görüldüğü gibi genotipler arasında salkım çıkarma süresi, fizyolojik olgunlaşma süresi, sap verimi ve özsuğu verimi bakımından istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık olduğu tespit edilmiştir ( $P \leq 0.01$ ).

#### 3.1. Salkım çıkarma süresi (gün)

Çizelge 4' de salkım çıkarma süreleri incelendiğinde ortalama salkım çıkarma süresinin 91.06 gün olduğu görülmektedir. Salkım çıkarma süresinin en kısa olduğu değer 72.3 gün ile Gülşeker genotipinde bulunmuştur. En uzun salkım çıkarma süresi ise 102.3 gün ile Topper 76-I genotipinde saptanmıştır. Salkım çıkarma süresi bakımından genotipler arasında 30 günlük geniş bir varyasyon olduğu görülmüştür. Salkım çıkarma süresi uzun olan genotiplerin vejetasyon süresi daha uzun olduğundan daha uzun süre fotosentez yaparak daha fazla asimilant ürettikleri için verim değerleri de yüksek olmaktadır. Mülâyim ve ark. (2009), Konya'da yürüttükleri bir araştırmada bulgularımıza benzer olarak en kısa salkım çıkarma süresini 74 gün olarak gözlediklerini belirtmişlerdir. Reddy ve ark. (2005) Patancheru-Hindistan iklim şartlarında farklı tatlı sorgum çeşitleriyle yürüttükleri bir araştırmada çeşitlerin 64 ile 84 gün arasında salkım çıkardıklarını belirtmişlerdir.

#### 3.2. Fizyolojik olgunlaşma süresi (gün)

Çizelge 4' den fizyolojik olgunlaşma süresi değerleri incelendiğinde ortalama fizyolojik olgunlaşma süresi değerinin 151.56 gün olduğu, en kısa fizyolojik olgunlaşma süresi değeri 128 gün ile Gülşeker, en uzun fizyolojik olgunlaşma süresinin ise 168 gün ile Topper 76-I genotipinde bulunmuştur. Bulgularımıza benzer olarak Dogget (1988) fizyolojik olgunlaşma süresinin 90-140 gün arasında olduğunu bildirmişlerdir. Fizyolojik olgunlaşma süresinin uzun olması, bitkinin daha uzun süre fotosentez yaparak kuru madde üretmesine imkân tanıdığından verim ve öğelerini artırıcı yönde etki yapmaktadır.

#### 3.3. Sap verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ )

Çizelge 4 'den sap verimlerini incelediğimizde sap veriminin 5763.3 ile 14433.2  $\text{kg da}^{-1}$  arasında değiştiği görülmektedir. Ortalama sap verimi ise 10058.2  $\text{kg da}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Çeşitler arasında en düşük sap verimi 5763.3  $\text{kg da}^{-1}$  ile Ramada çeşidinde, en yüksek sap verim ise 14433.2  $\text{kg da}^{-1}$  ile Theis çeşidinden elde edilmiştir (Şekil 1). Bulgularımızdan daha düşük olarak Chavan ve ark. (2009) yaptıkları bir araştırmada sap verimini 2276 ile 4485  $\text{kg da}^{-1}$  arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Almoderes ve ark. (2007) İran ekolojik şartlarında üç farklı tatlı sorgum varyetesi (Rio, Vespa, IS2325) ile yürüttükleri bir araştırmada sap verimlerinin çeşitler arasında 3235 ile 6285  $\text{kg da}^{-1}$  arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Almoderes ve ark. (2008) tarafından İsfahan-İran koşullarında yürütülen bir başka araştırmada ise en yüksek sap veriminin 6743  $\text{kg da}^{-1}$  olarak Keller çeşidinden elde edildiği belirtilmiştir. Tsuchihashi ve Goto (2004) Java-Endonezya şartlarında üç tatlı sorgum varyetesinde (Keller, Rio, Wray) yürüttükleri bir araştırmada sap veriminin 4790 ile 6593  $\text{kg da}^{-1}$  arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Salkım çıkarma süresi, fizyolojik olgunlaşma süresi, sap verimi ve özsu verimi özelliklerine ait varyans analiz değerleri

Table 3. Variance analysis values for duration of panicle formation, duration of physiological maturation, stalk yield, grain yield, plant juice yield characteristics

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Salkım çıkarma süresi (gün)	Fizyolojik olgunlaşma süresi (gün)	Sap verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Özsu verimi (L da <sup>-1</sup> )
Tekerrür	3	11.4375	0.0625	338534.5	74555.5
Çeşit	15	266.76528**	286.2986**	17099689.2**	3757625.6**
Hata	30	4.015276	0.04027	218874.16	52221.93
Genel	47				
Varyasyon katsayısı (%)		2.200	0.1324	4.651	5.414

\*\* ; P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4. Salkım çıkarma süresi, fizyolojik olgunlaşma süresi, sap verimi ve özsu verimine özelliklerine ait değerler ve oluşan istatistiksel gruplar

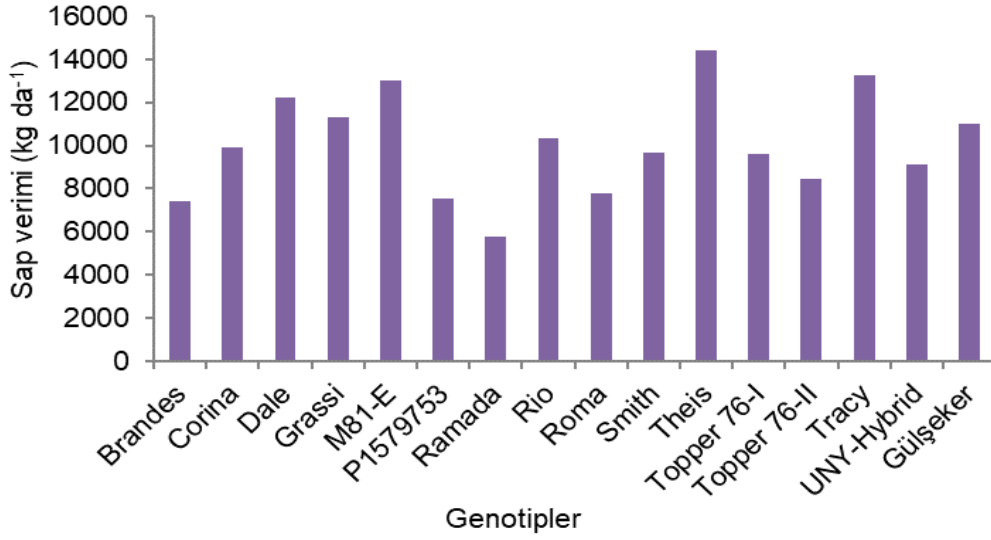
Table 4. Values and statistical groups for duration of panicle formation (day), duration of physiological maturation, stalk yield and plant juice yield characteristics

Çeşitler	Salkım çıkarma süresi (gün)	Fizyolojik olgunlaşma süresi (gün)	Sap verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Özsu verimi (L da <sup>-1</sup> )
1. Brandes	101.0 ab	160 c <sup>†</sup>	7444.5 l	3291.22 fg
2. Corina	94.0 cd	144 j	9931.3 def	4066.61 e
3. Dale	74.0 f	146 ı	12202.1 bc	6149.14 a
4. Grassi	94.0 cd	158 d	11313.9 cd	4768.23 cd
5. M81-E	97.0 abc	151 g	12990.1 b	5685.72 ab
6. P1579753	95.0 bcd	156 e	7555.4 l	3117.26 g
7. Ramada	94.3 cd	162 b	5763.3 j	2341.07 h
8. Rio	83.3 e	147 h	10332.6 def	3142.09 g
9. Roma	95.6 bc	154 f	7784.9 hl	3237.83 fg
10. Smith	94.3 cd	146 ı	9674.9 efg	4134.09 de
11. Theis	76.3 f	142 k	14433.2 a	6020.27 ab
12. Topper 76-I	102.3 a	168 a	9602 fg	4389.27 de
13. Topper 76-II	89.0 de	160 c	8477.1 ghl	3733.91 efg
14. Tracy	97.0 abc	146 ı	13245.8 ab	5337.05 bc
15. UNL-Hybrid-3	97.3 abc	156 e	9149.1 fgh	4208.54 de
16. Gülşeker	72.3 f	128 l	11030.8 cde	3907.97 ef
Ortalama	91.06	151.56	10058.2	4220.65
LSD	6.098	0.6108	1423.81	695.475

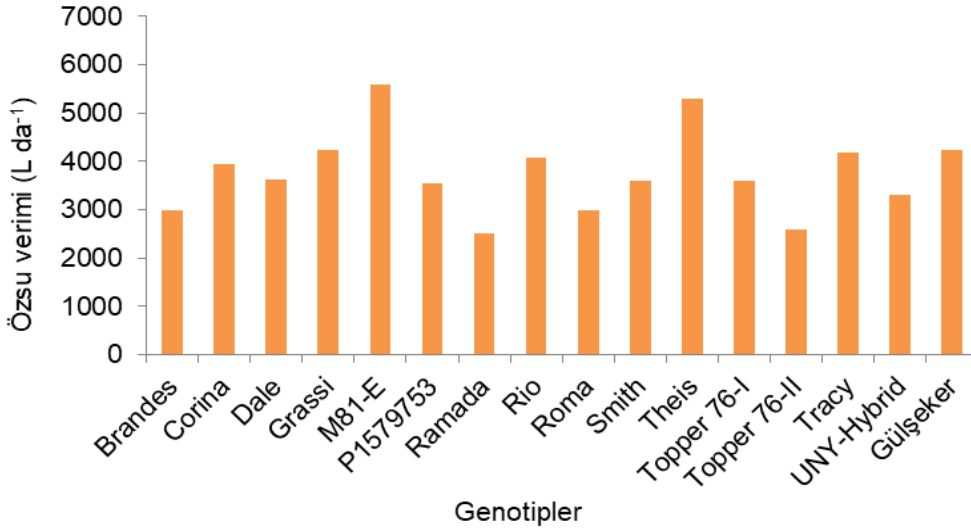
<sup>†</sup>; Aynı harf ile gösterilen değerler arasında Duncan testine göre P≤0.05 seviyesinde istatistiksel olarak önemli fark yoktur

#### 3.4. Özsu verimi (L da<sup>-1</sup>)

Çizelge 4 'de özsu verimi incelendiğinde, özsu veriminin 2341.07 ile 6149.14 L da<sup>-1</sup> arasında değiştiği görülmektedir. Ortalama özsu verimi değeri 4220.646 L da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Özsu veriminin en düşük olduğu değer 2341.07 L da<sup>-1</sup> ile Ramada genotipinde bulunmuştur.



Şekil 1. Tatlı sorgum genotiplerinin sap verimi değerleri.  
Figure 1. Stalk yield values of sweet sorghum genotypes.



Şekil 2. Tatlı sorgum genotiplerinin özsu verimi değerleri.  
Figure 2. Juice yield values of sweet sorghum genotypes.

Özsu veriminin en fazla olduğu değer ise 6191.14 L da<sup>-1</sup> ile Dale genotipinde tespit edilmiştir (Şekil 2). Dale genotipine en yakın özsu değerleri ise sırasıyla 5685.72 ve 6020.27 L da<sup>-1</sup> ile M81-E ve Theis genotiplerinde gözlenmiştir. Özsu verimi ve brix değeri yüksek genotiplerin şeker ve biyoetanol verimleri de yüksek olmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde özsu verimi önemli bir biyoyakıt unsurudur. Sap verimi yüksek olan genotiplerin özsu verimleri de yüksek bulunmuştur.

Bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda bulgularımıza benzer sonuçlar tespit etmişlerdir. Rutto ve ark. (2013) Dale çeşidinde özsu veriminin 1200 ile 2110 L da<sup>-1</sup> arasında ve M81-E çeşidinde 1290 ile 2340 L da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini saptamışlardır. Cole ve ark. (2017) ortalama özsu verimini Dale için 1835.9 L da<sup>-1</sup>, M81-E için 2564.6 L da<sup>-1</sup> ve Theis için 2000.7 L da<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Horton (2011), Dale, M81-E ve Theis için sırasıyla 3817.4 L da<sup>-1</sup>, 1517.49 L da<sup>-1</sup>, 402.48 L da<sup>-1</sup> özsu değerleri elde etmişlerdir. Reddy ve ark. (2005) Patancheru-Hindistan iklim şartlarında, farklı tatlı sorgum çeşitleriyle yürüttükleri bir araştırmada özsu verimlerinin 1210 ile 1850 L da<sup>-1</sup>

arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Genotiplerin farklı çevrelerde değişik değerlere ulaşması, farklı iklim, toprak ve yetiştirme koşullarından kaynaklanmaktadır.

Tatlı sorgum çeşitlerinin Harran Ovası ana ürün koşullarında suda çözünür kuru madde (brix), tane verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelgede 5'te görüldüğü gibi genotipler arasında suda çözünür kuru madde, tane verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı bakımından istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık olduğu tespit edilmiştir ( $P \leq 0.01$ ).

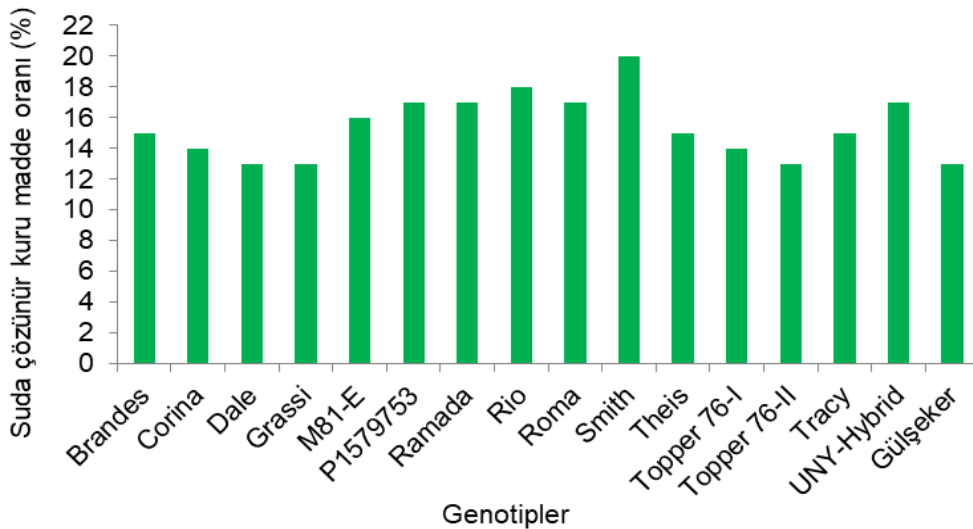
### 3.5. Suda çözünür kuru madde oranı – Brix (%)

Çizelge 6'da görüldüğü gibi suda çözünür kuru madde oranları (Brix) % 13.36 ile % 20.40 arasında değişmiştir. Genotiplerin ortalama suda çözünür kuru madde oranı % 15.88 olarak belirlenmiştir. Genotipler arasında en düşük brix oranı % 13.36 ile Dale çeşidinde saptanmıştır. En yüksek brix oranı ise % 20.40 ile Smith çeşidinde gözlenmiş olup, onu % 18.43 ile Rio çeşidi izlemiştir (Şekil 3). Brix değerinin yüksek olması bitki özsuyunda şeker oranının yüksek olduğunun göstergesidir. Yüksek brix değeri ve yüksek özsuyu miktarının bir araya geldiği genotiplerin biyoetanol verimleri de yüksek olmaktadır. Bulgularımıza benzer olarak Subramanian (2013) yaptığı bir çalışmada brix değerlerinin % 6.2 ile 20.7 arasında farklılık gösterdiğini saptamıştır. Almoderes ve ark. (2007) İran ekolojik şartlarında üç farklı tatlı sorgum varyetesi (Rio, Vespa, IS2325) ile yürüttükleri bir çalışmada brix değerlerinin % 14.2 ile 17.1 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tsuchihashi ve Goto (2004) tatlı sorgum bitkisinde brix değerini % 11.4 ile 15.6 arasında bildirmişlerdir.

### 3.6. Tane verimi ( $kg da^{-1}$ )

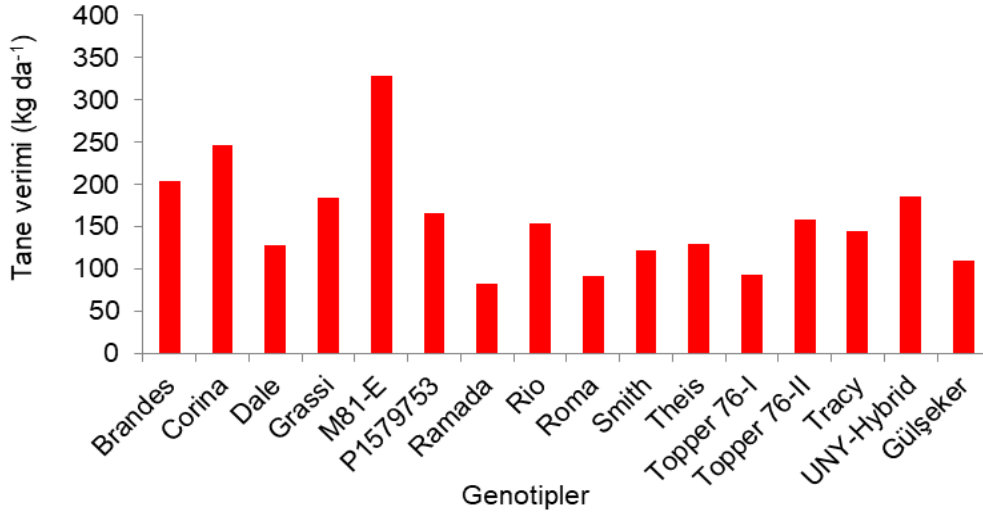
Çizelge 6'da tane verimi değerlerini incelediğimizde, genotipler arasında tane veriminin 82.97 ile 328.18  $kg da^{-1}$  arasında değiştiği görülmektedir. Ortalama tane verimi 158.12  $kg da^{-1}$  olarak belirlenmiştir. En düşük tane verimi 82.97  $kg da^{-1}$  ile Ramada çeşidinde, en yüksek değer ise 328.18  $kg da^{-1}$  ile M81-E çeşidinde saptanmıştır (Şekil 4). İncelenen genotipler arasında tane verimi yönünden büyük varyasyon olduğu görülmektedir. Bazı genotiplerin küçük salkımlı ve küçük taneli olmasından kaynaklanan düşük tane verimi değerleri gözlenmiştir. Tane verimi genotipik faktörler yanında iklim, toprak ve tarımsal uygulamalardan etkilenmektedir.

Bulgularımıza benzer olarak Avcı ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada tane verimini 223 ile 480  $kg da^{-1}$  arasında elde etmişlerdir. Zhao ve ark. (2009) beş farklı tatlı sorgum çeşidinde tane veriminin 220 ile 570  $kg da^{-1}$  arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Reddy ve ark. (2005) Patancheru-Hindistan iklim şartlarında, farklı tatlı sorgum çeşitleriyle yürüttükleri bir çalışmada tane verimlerinin 20 ile 650  $kg da^{-1}$  arasında değişim gösterdiğini açıklamışlardır. Tsuchihashi ve Goto (2004) Java-Endonezya şartlarında üç tatlı sorgum varyetesinde (Keller, Rio, Wray) yürütülen bir çalışmada, çeşitlerin tane veriminin 228 ile 238  $kg da^{-1}$  arasında değiştiğini belirtmişlerdir.



Şekil 3. Tatlı sorgum çeşitlerinin suda çözünür kuru madde oranı değerleri.

Figure 3. Water soluble dry matter ratio values of sweet sorghum varieties.



Şekil 4. Tatlı sorgum genotiplerinin tane verimi değerleri.

Figure 4. Grain yield values of sweet sorghum genotypes.

### 3.7. Bin tane ağırlığı (g)

Çizelge 6'de bin tane ağırlığı değerleri incelendiğinde bin tane ağırlığının 15.41 g ile 45.13 g arasında değiştiği görülecektir. Genotiplerin ortalama bin tane ağırlığı değeri ise 26.65 g olarak hesaplanmıştır. En düşük bin tane ağırlığı değeri 15.41 g ile Tracy genotipinde, bin tane ağırlığının en yüksek olduğu değer ise 45.13 g ile Corina genotipinde bulunmuştur. Tatlı sorgum bitkisinde bin tane ağırlığı genetik ve yetiştirme koşullarının etkisi altındadır. Bulgularımıza benzer sonuçlar bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Acar ve Akgün (2009) ortalama bin tane ağırlığını 24.70 g olarak belirtirken, Samarth ve ark. (2018) ise yaptıkları çalışmada bin tane ağırlığının 31.5 g ile 32.6 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Tsuchihashi ve Goto (2004) üç tatlı sorgum varyetesinde (Keller, Rio, Wray) yürütülen bir araştırmada bin tane ağırlığının 81.0 g ile 93.4 g arasında bulunduğu bildirilmiştir.

### 3.8. Hektolitre ağırlığı (kg hL<sup>-1</sup>)

Çizelge 6'dan görüldüğü gibi hektolitre ağırlığı değerleri 51 ile 70 kg hL<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Genotiplerin ortalama hektolitre ağırlığı ise 61.47 kg hL<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Genotipler arasında hektolitre ağırlığının en düşük olduğu değer 51 kg hL<sup>-1</sup> ile Gülşeker genotipinde tespit edilmiş olup, hektolitre ağırlığının en fazla olduğu değer ise 70 kg hL<sup>-1</sup> ile Dale genotipinde saptanmıştır. Tatlı sorgum bitkisinde hektolitre ağırlığı genetik ve yetiştirme koşullarından etkilenmektedir. Tatlı sorgum çeşitlerinin Harran Ovası ana ürün koşullarında özsü oranı, şurup verimi, şeker verimi ve etanol verimine ait varyans analiz değerleri Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelgede 7'te görüldüğü gibi genotipler arasında özsü oranı, şurup verimi, şeker verimi ve etanol verimi bakımından istatistiksel açıdan %1 önem düzeyinde farklılık olduğu tespit edilmiştir ( $P \leq 0.01$ ).

### 3.9. Özsü oranı (%)

Çizelge 8'de özsü oranı değerlerini incelediğimizde, genotipler arasında özsü oranının % 30.42 ile % 50.37 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 8). Ortalama özsü oranı % 41.96 olarak belirlenmiştir. En düşük özsü oranı % 30.42 ile Rio genotipinde, en yüksek değer ise % 50.37 ile Dale genotipinde saptanmıştır. Özsü oranı yüksek olduğunda bitki saplarından elde edilen özsü miktarı da fazla olmaktadır. Genotiplerin özsü oranlarının yüksek olması istenen bir durumdur.

Rio ve Gülşeker genotipleri dışında bütün genotipler % 40'ın üzerinde özsü değeri vermiştir. Topper 76-I, UNL-Hybrid-3, Brandes, Dale ve Topper 76-II genotiplerinde diğerlerine göre daha yüksek özsü oranı değerleri gözlenmiştir.

Çizelge 5. Suda çözünür kuru madde oranı-brix, tane verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığına ait varyans analiz değerleri

Table 5. Variance analysis values for water soluble dry matter ratio-brix, grain yield, thousand kernel weight and hectoliter weight characteristics

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Suda çözünür kuru madde oranı - Brix (%)	Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Bin tane ağırlığı (g)	Hektolitre ağırlığı (L kg <sup>-1</sup> )
Tekerrür	3	7.688	3.563	4.6987	0.02085
Çeşit	15	12.760022**	12017.61**	172.3872**	92.0875**
Hata	30	0.0030	338.5846	4.03780	0.020833
Genel	47				
Varyasyon katsayısı (%)		0.351	11.6371	7.5394	0.2347

\*\*; P≤0.01 düzeyinde önemli

### 3.10. Şurup verimi (L da-1)

Şurup verimi 409.0 L da-1 (Ramada) ile 931.7 L da-1 (M81-E) arasında değişmiştir (Çizelge 8). M81-E (931.7 L da-1) ve Theis (927.7 L da-1) genotipleri şurup verimi en yüksek genotipler olarak belirlenmiş ve aralarında istatistiksel farklılık görülmemiştir. M81-E, Theis, Smith, Dale, Tracy, UNL-Hybrid-3 genotipleri diğerlerine göre daha yüksek şurup verimi vermişlerdir. Özsu verimi ve brix değeri yüksek olduğunda şurup verimi de artmaktadır. Şurup veriminin artması şeker ve biyoetanol verimlerinin de artmasına neden olmaktadır.

Çizelge 6. Suda çözünür kuru madde oranı-brix, tane verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığına ait değerler ve oluşan istatistiksel gruplar

Table 6. Values and statistical groups for water soluble dry matter ratio-brix, grain yield, thousand kernel weight and hectoliter weight characteristics

Çeşitler	Suda çözünür kuru madde oranı – Brix (%)	Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Bin tane ağırlığı (g)	Hektolitre ağırlığı (kg hL <sup>-1</sup> )
1. Brandes	15.46 e <sup>†</sup>	203.71 bc	27.50 cd	61 h
2. Corina	14.43 f	246.43 b	45.13 a	69 b
3. Dale	13.36 g	128.84 e-h	20.70 efg	70 a
4. Grassi	13.43 g	184.81 cde	16.51 fg	68 c
5. M81-E	16.40 d	328.18 a	26.19 cde	58 j
6. P1579753	17.36 c	165.82 c-f	33.94 b	60 i
7. Ramada	17.46 c	82.97 h	34.48 b	62 g
8. Rio	18.43 b	153.62 c-f	21.86 def	65 e
9. Roma	17.40 c	91.23 gh	29.22 bc	56 k
10. Smith	20.40 a	122.52 fgh	28.40 bc	66 d
11. Theis	15.43 e	129.27 e-h	17.26 fg	60 i
12. Topper 76-I	14.43 f	93.52 gh	26.30 cde	60 i
13. Topper 76-II	13.40 g	158.47 c-f	25.32 cde	62 g
14. Tracy	15.36 e	144.48 d-g	15.41 g	64 f
15. UNL-Hybrid-3	17.40 c	185.78 cd	30.85 bc	52 l
16. Gülşeker	13.41 g	110.20 fgh	27.30 cd	51 m
Ortalama	15.88	158.12	26.65	61.5
LSD	0.17	56.0	6.12	0.44

<sup>†</sup>; Aynı harf ile gösterilen değerler arasında Duncan testine göre P≤0.05 seviyesinde istatistiksel olarak önemli fark yoktur.



### 3.11. Şeker verimi ( $kg\ da^{-1}$ )

Şeker verimi 347.7 ile 792.0  $kg\ da^{-1}$  arasında değişmiştir. En yüksek şeker verimi M81-E ve Theis genotiplerinde, en düşük şeker verimi ise Ramada genotipinde gözlenmiştir. Theis, M81-E, Smith, UNL-Hybrid-3, Dale, Tracy genotipleri diğerlerine göre daha yüksek şeker verimi vermişlerdir (Çizelge 8).

Şeker, biyoetanol elde etmek için en önemli maddedir. Bitki suyundaki şeker fermantasyon yoluyla biyoetanole dönüşür. Şeker miktarı doğrudan biyoetanol miktarını etkiler. Bitki özsuunda ne kadar fazla şeker varsa o kadar fazla biyoetanol elde edileceği anlamına gelmektedir. Tatlı sorgum üzerinde yapılan araştırmalar, şeker veriminin tatlı sorgum çeşitlerinde 286 ila 401  $kg\ da^{-1}$  arasında (Tsuchihashi ve Goto, 2004), 240 ila 290  $kg\ da^{-1}$  (Reddy ve ark., 2005) ve 1320  $kg\ da^{-1}$  (Murray ve ark., 2009) arasında değiştiğini göstermiştir.

### 3.12. Biyoetanol verimi ( $L\ da^{-1}$ )

Biyoetanol verimi 185.1  $L\ da^{-1}$  (Ramada) ile 421.6 (M81-E)  $L\ da^{-1}$  arasında değişmiştir (Çizelge 8). M81-E ( $421.6\ L\ da^{-1}$ ) ve Theis genotipleri ( $419.8\ L\ da^{-1}$ ) yüksek biyoetanol verimi ile dikkat çekmektedir.

Diğer tatlı sorgum genotiplerine göre Smith, Dale, Tracy ve UNL-Hybrid-3 genotiplerinde daha yüksek biyoetanol verimi değerleri gözlenmiştir.

Saplardaki şeker içeriği ne kadar yüksek olursa, potansiyel biyoetanol verimi de o kadar yüksek olmaktadır (Öktem ve ark., 2018). Biyoetanol veriminde şurubun şeker içeriği önemli bir faktördür. Çünkü şekerler (toplam çözünür katılar) fermente olarak biyoetanol elde edilmektedir. Elde edilen biyoetanol ise biyoyakıt üretmek için fosil yakıtla harmanlama maddesi olarak kullanılabilir.

Daha önce yapılmış bir araştırmada tatlı sorgumda biyoetanol verimi 768.2  $L\ da^{-1}$  olarak belirtilmiştir (Murray ve ark., 2009). Ayrıca tatlı sorgumda biyoetanol verimi 924 ile 1051  $L\ da^{-1}$  arasında (Gomez ve ark., 2011), 214.3 ila 464.5  $L\ da^{-1}$  arasında (Oktem ve ark., 2018) bildirilmiştir.

Bazı araştırmacılar tarafından farklı etanol verim değerleri rapor edilmiştir. Smith ve Buxton (1993), Iowa'da 600  $L\ da^{-1}$  biyoetanol verimi elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Biyoetanol verim değerleri Li (2003) tarafından 125 ile 562.5  $L\ da^{-1}$  arasında, Teetor ve ark. (2011) tarafından 81.16 ile 345.85  $L\ da^{-1}$  arasında bildirilmiştir.

Çizelge 7. Özsu oranı, şurup verimi, şeker verimi ve biyoetanol verimine ait varyans analiz değerleri

Table 7. Variance analysis values for plant juice ratio, syrup yield, sugar yield and bioethanol yield characteristics

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Özsu oranı (%)	Şurup verimi ( $L\ da^{-1}$ )	Şeker verimi ( $kg\ da^{-1}$ )	Biyoetanol verimi ( $L\ da^{-1}$ )
Tekerrür	3	0.0311	5625.5	4576.49	2728.02
Çeşit	15	59.27**	603.7**	57889.87**	18939.56**
Hata	30	1.1653	1176.8	835.7	1101.4
Genel	47				
Varyasyon katsayısı (%)		2.57	5.20	5.20	5.20

\*\* ;  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli

Çizelge 8. Özsu oranı, şurup verimi, şeker verimi ve biyoetanol verimine ait değerler ve oluşan istatistiksel gruplar  
Table 8. Values and statistical groups for plant juice ratio, syrup yield, sugar yield and bioethanol yield characteristics

Çeşitler	Özsu oranı (%)	Şurup verimi (L da <sup>-1</sup> )	Şeker verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Biyoeanol verimi (L da <sup>-1</sup> )
1. Brandes	44.19 bc	508.3 fg	432.1 gh	230.0 fg
2. Corina	40.96 cde	586.8 ef	498.7 efg	268.9 ef
3. Dale	50.37 a <sup>†</sup>	821.1 bc	698.0 bc	371.6 bc
4. Grassi	42.14 cde	641.7 de	545.4 de	290.4 de
5. M81-E	43.76 bcd	931.7 a	792.0 a	421.6 a
6. P1579753	41.25 cde	541.8 ef	460.5 efg	245.2 ef
7. Ramada	40.63 de	409.0 g	347.7 h	185.1 g
8. Rio	30.42 g	578.9 ef	492.1 efg	262.0 ef
9. Roma	41.61 cde	563.3 ef	478.8 efg	254.9 ef
10. Smith	42.71 bcde	842.2 ab	715.8 ab	381.1 ab
11. Theis	41.70 cde	927.7 a	788.6 a	419.8 a
12. Topper 76-I	45.72 b	634.4 de	539.2 def	287.1 de
13. Topper 76-II	44.09 bc	499.1 fg	424.3 gh	225.9 fg
14. Tracy	40.32 e	820.0 bc	697.0 bc	371.1 bc
15. UNL-Hybrid-3	45.98 b	732.4 cd	624.5 cd	331.4 cd
16. Gülşeker	35.43 f	522.7 f	451.3 fg	236.5 f
Ortalama	41.96	660.1	561.6	294.96
LSD	3.29	104.4	87.79	101.08

<sup>†</sup>; Aynı harf ile gösterilen değerler arasında Duncan testine göre  $P \leq 0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak önemli fark yoktur.

#### 4. Sonuç

Çalışmada salkım çıkarma süresi 72.3 ile 102.3 gün, fizyolojik olgunlaşma süresi 128 ile 168 gün, sap verimi 5763.3 ile 14433.2 kg da<sup>-1</sup>, tane verimi 82.97 ile 328.18 kg, bin tane ağırlığı 15.41 ile 45.13 g, hektolitre ağırlığı 51 ile 70 kg hL<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. Biyoyakıt ögesi olarak genotipler arasında sap veriminin en yüksek olduğu genotip Thesis (14433.2 kg da<sup>-1</sup>), özsu veriminin en fazla olduğu genotip Dale (6149.14 L da<sup>-1</sup>), brix değerinin en fazla olduğu genotip ise Smith (% 20.4) olarak tespit edilmiştir. Araştırmada, özsu oranı % 30.42 (Rio) ile % 50.37 (Dale) arasında, şurup verimi 409.0 L da<sup>-1</sup> (Ramada) ile 931.7 L da<sup>-1</sup> (M81-E) arasında, şeker verimi 347.7 kg da<sup>-1</sup> (Ramada) ile 792.0 kg da<sup>-1</sup> (M81-E) arasında, biyoetanol verimi ise 185.1 L da<sup>-1</sup> (Ramada) ile 421.6 L da<sup>-1</sup> (M81-E) arasında değişmiştir. Sap verimi, özsu verimi, brix, şeker verimi ve biyoetanol verimi gibi biyoyakıt öğeleri göz önüne alındığında Theis, M81-E, Dale, Smith, Tracy ve UNL-Hybrid-3 gibi tatlı sorgum çeşitlerinin diğer çeşitlere göre daha yüksek verimli oldukları gözlenmiştir.

Tatlı sorgum bitkisinin GAP bölgesi ana ürün koşullarında iyi verim düzeylerine ulaştığı, benzer ekolojilerde yetiştirilebileceği ve tatlı sorgum bitkisinin enerji bitkisi olarak kullanım potansiyelinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

#### Kaynaklar

- Acar, R., Akgün, N., 2009. Şeker darısının (*Sorghum bicolor* (L.) Moench var. *saccharatum*) yeşil ot verim öğelerine farklı azot dozlarının etkisi. Türkiye 8. Tarla bitkileri kongresi, 1: 637-640, 19-22 Ekim 2009, Hatay.
- Almoderes, A., Hadi, M.R., Ranjbar, M., Taheri, R., 2007. The effects of nitrogen treatments, cultivars and harvest stages on stalk yield and sugar content in sweet sorghum. Asian Journal of plant Sciences, 6 (2): 423-426.
- Almoderes, A., Hadi, M.R., Ahmadpour, H., 2008. Sorghum stem yield and soluble carbohydrates under different salinity levels. African Journal of Biotechnology, 7 (22): 4051-4055.
- Almoderes, A., Goli, M., 2013. Preliminary study on the effect of plant population density and sweet sorghum cultivars on bioethanol production. Biofuels, 4(2): 163-167.
- Anonim, 2019. Şanlıurfa Meteoroloji Müdürlüğü 2019 Yılı Bülteni, Şanlıurfa.
- Atago, 2021. Atago Co. Ltd., Japonya. <https://www.atago.net>.

- Avcı, S., İleri, O., Kaya, M.D., 2018. Sorgum'da farklı tohum miktarlarının verim öğeleri ile çimlenme özellikleri üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2): 979-985.
- Bunphan, D., Jaisil, P., Sanitchon, J., Knoll, J.E., Anderson, W.F., 2015. Estimation methods and parameter assessment for ethanol yields from total soluble solids of sweet sorghum. Industrial Crops and Products, 63: 349-356.
- Burks, P.S., 2012. Assessing maturity in sweet sorghum hybrids and its role in daily biomass supply. Master of Science, Department of Plant Breeding, Texas University, USA. Pp:240.
- Buxton, D.R., Anderson, I.C., Hallam, A., 1999. Performance of sweet sorghum grown continuously, double cropped with winter rye, or in rotation with soybean and maize. Agron. J., (91): 93-101.
- Chavan, U.D., Patil, J.V., Shinde, M.S., 2009. An assesment of sweet sorghum cultivars for ethanol production. Sugar Tech., 11 (4): 319-323.
- Cole, M.R., Eggleston, G., Petrie, E., Uchimiya, M., Dalley, C., 2017. Cultivar and maturity effects on the quality attributes and ethanol potential of sweet sorghum. Biomass Bioenergy, 9(6): 183-192.
- Dalianis, C., Christou, M., Sooter, S., Kyritisis, S., Zafiris, S., Samiotakis, G., 1992. Seventh european conference on biomass for energy and environment. Agriculture and Industry, P.09.09, Florence- Italy, October 5-9.
- Diñç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., Güzel, N., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) I. Harran Ovası, TÜBİTAK, Tarım Ormançılık Araştırma Grubu, Gündümlü Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu, TAOG, 534, Adana.
- Dogget, H., 1988. Sorghum. Published by halow: 2nd edition. Longman scientific and technical tropica agriculture series. International Development Research, 231(4): 243-254.
- Frese, L., 1994. Yield potential and utilization possibilities of sugar crops. Field Crop Abstracts, 47: 3469.
- Girgin, V.Ç., 2012. Bornova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* L.)'da farklı azot dozlarının bazı tarımsal ve teknolojik özelliklere etkisi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst., İzmir.
- Gomez F.J.D., Hernandez C.C., Carrillo E.P., Rooney W.L., Saldivar S.O., 2011. Evaluation of bioethanol production from five different varieties of sweet and forage sorghums. Industrial Crops and Products, 33(3): 611-616.
- Grassi, G., 2001. Sweet sorghum: One of the best world food-feed-energy crop. [http://web.etaflorence.it/uploads/media/LAMNET\\_sweet\\_sorghum.pdf](http://web.etaflorence.it/uploads/media/LAMNET_sweet_sorghum.pdf).
- Guiying, L., Weibin, G., Hicks, A., Chapman, K.R., 2003. A training manual for sweet sorghum. Development of sweet sorghum for grain, sugar, feed, fiber and value-added By-products, in the arid, Saline- alkaline regions of China. FAO-TCP/CPR/0066.<http://ecoport.org/ep?SearchType=earticleView&earticleId=172&page=2>
- Horton, D.S., 2011. Evaluation of sweet sorghum cultivars as a potential ethanol crop in Mississippi. MS Thesis. Department of Plant and Soil Sciences, Mississippi State University, USA.
- Jia, F., Chawhuaymak, J., Riley, M.R., Zimmt, W., Ogden, K.L., 2013. Efficient extraction method to collect sugar from sweet sorghum. J Biol Eng.7:1. doi: 10.1186/1754-1611-7-1.
- Koppen, S., Reinhardt, G., Gartner, S., 2009. Assesment of energy and greenhouse gas inventories of sweet sorghum for first and second generation bioethanol. enviroment and natural resources management series, 30, FAO, Rome.
- Li, D., 2003. Ethanol fuel from sweet sorghum desiderates development. J. Agric. Sci. Technol., 4: 48-51.
- Murray, S.C., Rooney, W.L., Hamblin, M.T., Mitchell, S.E., Kresovich S., 2009. Sweet sorghum genetic diversity and association mapping for brix and height. Plant Genome, 2(1): 48-62.
- Mülâyım, M., Özköse, A., Işık, Ş., 2009. Konya koşullarında sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal özelliklerin belirlenmesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 17 Kasım, Hatay, s.627-630.
- Naoyuki, T., Yusuke, G., 2004. Cultivation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and determination of its harvest time to make use as the raw material for fermentation, practiced during rainy season in dry land of Indonesia. Plant Production Science, 7: 442-448.
- Reddy, B.V.S., Ramesh, S., Reddy, P.S., Ramarah, B., Salimath, P.M., Kachapur, R., 2005. Sweet sorghum-a potential alternate raw material for bio-ethanol and bioenergy, international sorghum and millets newsletter, 46: 79-86.
- Rutto, L.K., Xu, Y., Brandt, M., S., Kering, M.K., 2013. Juice ethanol and grain yield potential of five sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivars. J. Sustain. Bioenergy., 3: 113-118.
- Samarth, A.G., More D.R., Hashmi I., 2018. Studies on physico-chemical properties and nutritional profile of sweet sorghum. International Journal of Chemical Studies, 6(2): 2826-2828.
- Smith, G.A., Buxton, D.R., 1993. Temperate zone sweet sorghum ethanol production potential. Bioresource Tech., 43(1): 71-75.

- Subramanian, S.K., 2013. Agronomical, physiological and biochemical approaches to characterize sweet sorghum genotypes for biofuel production. PhD Thesis. p.205, Department of Agronomy College of Agriculture. Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- Teetor, V.H., Duclos, D.V., Wittenberg, E.T., Young, K.M., Chawhuaymak, J., Riley, M.R., Ray, D.T., 2011. Effects of planting date on sugar and ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona. *Industrial Crops and Products*, 34(2): 1293-1300.
- Tsuchihashi, N., Goto, Y., 2004. Cultivation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and determination of its harvest time to make use as the raw material for fermentation, practiced during rainy season in dry land of Indonesia. *Plant Proc. Sci.*, 7(4): 442-448.
- Öktem, A., Öktem A.G., Avcıoğlu, E., 2018. Determination of yield and biofuel potential of some early sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Genotypes. IX International Scientific Agriculture Symposium-Agrosym 2018, Jahorina, 04-07 October, Bosnia and Herzegovina. Pp.753-758.
- Öktem, A., Öktem, A.G., 2018. Usage of energy plants as a biofuel source. *Current Academic Studies in Agricultural Science*. Ed. Nurhan Keskin, Iype, Cetinje- Montenegro. Pp.333-354. ISBN: 978-9940-540-48-7.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Genel Yayın No:121, Ankara.
- Zhao, Y.L.I., Dolat, A., Steinberger, Y., Wanga, X., Osman, A., Xie, G.H., 2009. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. *Field crops research*, 111: 55-64.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.949717

## Energy input-output analysis and technical efficiency of honey production in Turkey: A case study from Çanakkale province

Başak Aydın<sup>a\*</sup>, Duygu Aktürk<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli, Turkey

<sup>b</sup>Çanakkale 18 Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Çanakkale, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: basakaydin\_1974@yahoo.com

Geliş/Received 08/06/2021

Kabul/Accepted 04/08/2021

### ABSTRACT

This study was carried out in order to determine the relationship between the energy inputs and yield and technical efficiency of honey production in Çanakkale province of Turkey. Data used in this study were obtained from 87 beekeepers using a face to face questionnaire method. The sample was selected according to stratified random sampling method. Stochastic frontier analysis was used in order to estimate the technical efficiency of honey production. According to the results, the energy use efficiency were found as 0.85, 0.87 and 1.08 in the groups, respectively. The distribution of the direct energy was lower than that of indirect energy and the highest energy inputs were provided by diesel fuel in all the groups. According to the efficiency analysis results, the technical efficiency scores were found as 0.74, 0.78 and 0.85 in the groups, respectively. Results of this study indicated that the inputs in the honey production were used more efficiently in the third group.

**Keywords:**  
Beekeeping  
Energy  
Honey  
Technical efficiency

### Türkiye’de bal üretiminde teknik etkinlik ve enerji girdi-çıktı analizi: Çanakkale ili örneği

#### ÖZET

Bu çalışma Türkiye’de Çanakkale ilinde bal üretiminde teknik etkinliği, enerji çıktı ve girdiler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan veriler 87 bal üreticisinden yüz yüze anket çalışması ile elde edilmiştir. Örnek seçimi tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemiyle belirlenmiş olup, bal üretiminde teknik etkinlik Stokastik sınır analizi ile tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, enerji kullanım etkinliği gruplara göre sırasıyla 0.85, 0.87 ve 1.08 olarak bulunmuştur. Doğrudan enerjinin payı dolaylı enerjiye göre daha düşük olup, en yüksek enerji girdisi yakıt girdisi olarak belirlenmiştir. Etkinlik analizi sonuçlarına göre, teknik etkinlik skorları sırasıyla 0.74, 0.78 ve 0.85 olarak bulunmuştur. Çalışma sonuçları bal üretiminde girdilerin üçüncü gruptaki işletmeler tarafından daha etkin kullanıldığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:**  
Arıcılık  
Enerji  
Bal  
Teknik etkinlik

## 1. Introduction

Beekeeping can be stated as producing living material such as swarm and queen bees and some products such as honey, royal jelly, pollen, bee venom and propolis by using bee, vegetative sources and labor and providing adequate pollination. Beekeeping has been a developing sector in Turkey as all over the World in recent years. Beekeeping has a significant influence on the economy of the country and it is prevalently performed in Turkey and in many countries (Sancak et al., 2013).

According to 2017 data, it was determined that total of 91 million of hives were present in the World and total of 1.861.000 tons of honey was produced from these hives. In 2017, the honey import had been 685.000 tons by the increase of 6.4% and the honey export had been 690.000 tons by the increase of 9%. India had the highest hive stock with the number of approximately 12.8 million hives. (Karaca and Özince, 2019).

Beekeeping is well developed in Turkey in terms of different climate and nature conditions, land structure, rich plant cover and genetic variability in honey bee population. Hive number, bee production amount, bees wax production amount and beekeeping enterprises number were 8.179.085, 104.077 tons, 3.765 tons and 82.862, respectively in Turkey in 2020 (Anonymous, 2021a).

When the climate of Çanakkale province is examined, it is observed that this province has the transition climate characteristics due to the geographical location. Generally, Çanakkale has the Mediterranean climate characteristics. The climate has affected the existence of the plant cover due to the soil conditions. For this reason, Çanakkale province is an appropriate nutrition area for the bees in terms of plant species and variety (İlgar, 2018). Blossom honey is predominantly produced in the province besides the honeydew honey production. Domestic bee races are found in Gökçeada and around the Kaz Mountains. Biga, Central, Çan and Yenice districts come into prominence in beekeeping activities. Organic beekeeping activities are conducted in Gökçeada and Ezine districts (Anonymous, 2020). Total number of the hives was 83.854, total number of beekeeping enterprises was 1.506 and 1.716.17 tons of honey and 83 tons of bees wax were produced in Çanakkale in 2020 (Anonymous, 2021).

Energy analysis of agricultural production is a significant approach for the definition and the classification of the agricultural systems in terms of energy consumption. In any agricultural production area, the ratio between the energy equivalent of the crop per unit area and the energy equivalent used for the production can be used as an indicator for a successful and profitable production and it is a significant value in terms of the efficient use of the energy (Topdemir, 2018).

Providing the efficiency in energy use by determining the production inputs for the sustainability of the production is regarded necessary. Within this scope, the analysis of energy use provides an opportunity to the production planners and policy implementers in order to evaluate the economic results of the energy use (Özkan et al., 2004).

Limited number of studies were conducted in order to determine the energy efficiency in honey production. Omid-Arjenaki et al., (2016) determined investigated the energy use efficiency and performed an economic analysis of honey production in Iran. Bodescu et al., (2017) determined the energy use efficiency of honey production in Iasi county, Romania. Adrian Moraru et al., (2020) determined the energy use of honey production in the Mountainous area of Romania.

The aims of this study were to investigate the effect of hive numbers on energy use pattern and determine the energy use efficiency of honey production in Çanakkale Province of Turkey. Besides, the technical efficiency of energy use in beekeeping enterprises was analyzed by means of the use of Stochastic Efficiency Frontier method.

## 2. Materials and Methods

This study was carried out in Çanakkale province of Turkey. The Çanakkale province is located in the north-west of Turkey, within 39° 27' and 40° 45' north latitude and 25° 40' and 27° 30' east longitude (Anonymous, 2021b).

The primary data in the study were composed of the data obtained from the beekeepers in Çanakkale province. Besides, the results of the previous studies were used in the study. The data including the hive number of the beekeepers were obtained from Çanakkale Beekeepers Union. Stratified sampling was done as the variation coefficient was high. The number of the beekeepers were divided into three strata, including 1-75 hives (first group), 76-150 hives (second group) and 151 hives and above (third group). The following formulas in Equation 1 were used in stratified random sampling method (Çiçek and Erkan, 1996).

$$n = \frac{N \sum [N_h (S_h)^2]}{N^2 D^2 + \sum N_h (S_h)^2} \quad \text{and} \quad n_i = \frac{N_h}{\sum N_h} * n \quad (1)$$

$D^2 = (d/Z)^2$ ,  $d$ = deviation from average,  $Z$ = degree of freedom,  $N_h$ = number of the enterprises in the strata,  $S_h$ = Standard deviation of the strata,  $S_h^2$ = Variance of the strata,  $n_i$ = sample number in the strata  $n$ = sample size

The sample size was determined as 87 in 95% confidence interval with 5% sampling error margin. There were 27, 38 and 22 surveyed beekeepers in the first, second and third groups, respectively.

The energy equivalents of the inputs and output are shown in Table 1. The inputs and the output were calculated per hive and then, they were multiplied by the coefficient of energy equivalent. According to the energy equivalents in Table 1, the energy use efficiency, energy productivity, specific energy and net energy, were calculated by using the formulas in Equation 2, 3, 4 and 5 (Mohammadi et al., 2008):

$$\text{Energy use efficiency} = \frac{\text{Energy output (MJ ha}^{-1}\text{)}}{\text{Energy input (MJ ha}^{-1}\text{)}} \quad (2)$$

$$\text{Specific energy} = \frac{\text{Energy input (MJ ha}^{-1}\text{)}}{\text{Yield (kg hive}^{-1}\text{)}} \quad (3)$$

$$\text{Energy productivity} = \frac{\text{Yield (kg hive}^{-1}\text{)}}{\text{Energy input (MJ ha}^{-1}\text{)}} \quad (4)$$

$$\text{Net energy} = \text{Energy output (MJ ha}^{-1}\text{)} - \text{Energy input (MJ ha}^{-1}\text{)} \quad (5)$$

Input energy was divided into direct and indirect, renewable and non-renewable energy forms. Direct energy included human labor, drug and sugar while the indirect energy included energy spent in transportation (through tracks) and fuel. Human labor was considered as renewable energy and fuel, sugar, drug and track were considered as the non-renewable energy (Omidi-Arjenaki et al., 2016).

Technical efficiency of honey production in terms of energy use was determined by stochastic efficiency frontier approach. Stochastic efficiency frontier approach was developed by Aigner et al., (1977), Meeusen and Broeck (1977) and Battese and Corra (1977)] in order to estimate the efficiency in the production by using the production function which was stated as  $Y_i = x_i \beta + \varepsilon_i$ . Stochastic efficiency frontier is a parametric method which is used for the estimation of the efficiency.

Aigner et al., (1977) and Meeusen and Broeck (1977) stated that the error term ( $\varepsilon_i$ ) consisted of two independent components and formulated the production function by using Equation 6 and 7.

$$Y_i = x_i \beta + v_i - u_i \quad (i: 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

$$v_i - u_i = \varepsilon \quad (7)$$

$Y_i$  indicates the production function of the enterprise,  $x_i$  indicates the input vector of the firm and  $\beta$  indicates the coefficient.  $v_i$  is a random variable independent from  $u_i$  and it is uncontrolled and normally distributed  $N(0, \sigma^2_v)$  variable.  $u_i$  is a nonnegative, partially controlled and consequently, it is an independent random variable which causes the technical inefficiency.  $u_i$  shows a semi normal, discrete normal or exponential distribution depending on the function. Battese and Coelli (1995) developed the following model for the explanation of the changes in  $u_i$  which reflects the technical inefficiency.

$$u_i = z_i \delta \quad (8)$$

In Equation 8,  $z_i$  indicates the variables (education, age,) which represents the specific characteristics affecting the technical efficiency and  $\delta$  indicates the coefficients. The efficiency of an enterprise by stochastic efficiency frontier approach is determined as the ratio of the observed output to the estimated ratio by using equation 6. In this study, technical efficiency was estimated by using the maximum likelihood method and Cobb-Douglas function which has a discrete normal distribution and developed by Battese and Coelli (1995). Stochastic efficiency frontier estimations were done by using FRONTIER 4.1, developed by Coelli (2007).

Table 1. Energy equivalent coefficients of the inputs and the outputs in honey production

*Çizelge 1. Bal üretiminde kullanılan girdilerin ve çıktılarının enerji eşdeğeri katsayıları*

Input/output	Energy equivalent (MJ unit <sup>-1</sup> )	References
<b>Inputs</b>		
Labor (h)	1.96	(Mandal et al., 2002; Singh, 2002)
Fuel (l)	56.31	(Singh, 2002).
Track (km ton)	10.15	(Omidi-Arjenaki et al., 2016)
Drug (kg)	13.64	(Omidi-Arjenaki et al., 2016)
Sugar (kg)	15.40	(Omidi-Arjenaki et al., 2016)
<b>Output</b>		
Honey (kg)	12.72	(Omidi-Arjenaki et al., 2016)

### 3. Results and Discussion

#### 3.1 Analysis of energy use in honey production

The amounts of inputs used in honey production and the output per hive are given in Table 2. According to the average of the enterprises, around 7.83 h human labor, 2.08 l diesel fuel, 2.55 km ton track, 0.50 kg drug and 3.93 kg sugar were used to produce honey. The average honey yield was found as 15.78, 14.98 and 18.97 in the groups, respectively. The honey yield was found as 16.24 kg per hive according to the average of the enterprises. Onuç et al., (2019) calculated the average honey yield per hive as 19.27 kg in their study.

Table 2. Amounts of inputs and outputs of honey production

Çizelge 2. Bal üretiminde girdilerin ve çıktıkların miktarları

Inputs (unit)	1.group	2.group	3.group	Average
Labor (h)	11.34	6.80	5.29	7.83
Fuel (l)	2.06	2.15	1.98	2.08
Track (km ton)	4.23	1.69	1.96	2.55
Drug (kg)	0.59	0.43	0.52	0.50
Sugar (kg)	3.00	4.02	4.91	3.93
<b>Output</b>				
Honey (kg)	15.78	14.98	18.97	16.24

The energy equivalent of the output and the inputs are given in Table 3. The total energy input was calculated as 225.72 MJ hive<sup>-1</sup> according to the average of the enterprises and it consisted of 51.91% diesel fuel, 26.80% sugar, 11.44% track, 6.80% labor and 3.04% drug. The highest energy input was found as diesel fuel and it was followed by sugar and track in all of the groups. In the study of Omidi-Arjenaki et al. (2016), the energy input of sugar in honey production represented the highest share of the total energy inputs, and it was followed by electricity and track inputs, respectively. Adrian Moraru et al., (2020) determined that the shares held in the total of the energy input were 40.30% for fuel, 32.70% for sugar, 21.60% for track, 4.70% for human labor, 0.62% electricity and 0.07% drugs.

The energy use efficiency values were found as 0.85 and 0.87 in the first and second groups, respectively, showing the inefficiency in the energy use in honey production. This parameter was found as 1.08 in the third group and this indicated the efficiency in the use of energy in the enterprises in the third group. The energy use efficiency was found as 0.91 according to the average of the enterprises (Table 4). In literature, the energy use efficiency values in honey production were found as 0.54 (Omidi-Arjenaki et al., 2016), 0.38 (Bodescu et al., 2017) and 0.47 (Adrian Moraru et al., 2020).

The energy productivity values were found as 0.07 kg MJ<sup>-1</sup> in the first and second groups and 0.08 kg MJ<sup>-1</sup> in the third group. The enterprises in the third group can produce 0.01 kg of more output than the other groups.

According to the average of the enterprises, the specific energy was found as 13.90 MJ kg<sup>-1</sup>. In other words, this meant that for each kilogram of honey produced, about 13.90 MJ of energy was consumed.

The net energy was negative in the first and second groups and it was calculated as 16.98 MJ in the third group. Therefore, it can be concluded that energy was being lost in honey production and there was not high efficiency in usage of energy in the first and second groups.

Most of the total energy inputs were depended on the indirect form in all the groups. Whereas, the ratio of the indirect energy was lower in the third group (58.52%) than the other groups. According to the average of the enterprises, the ratio of the direct energy form was 36.64% whereas the ratio of the indirect energy form was 63.36%. This result was similar with the result of Adrian-Moraru et al., (2020) and they found that from the total inputs, direct inputs accounted for 38.1%.



Table 3. Energy equivalents of inputs and outputs for honey production (MJ hive<sup>-1</sup>)*Çizelge 3. Bal üretiminde girdilerin ve çıktıkların enerji eşdeğerleri*

Inputs	1.group		2.group		3.group		Average	
	Energy equivalent	%	Energy equivalent	%	Energy equivalent	%	Energy equivalent	%
Labor	22.23	9.44	13.32	6.07	10.37	4.62	15.34	6.80
Fuel	116.06	49.29	121.33	55.26	111.38	49.65	117.18	51.91
Track	42.92	18.23	17.11	7.79	19.90	8.87	25.83	11.44
Drug	8.10	3.44	5.86	2.67	7.10	3.16	6.87	3.04
Sugar	46.17	19.61	61.95	28.21	75.58	33.69	60.50	26.80
Total	235.48	100.00	219.57	100.00	224.33	100.00	225.72	100.00
<b>Output</b>								
Honey	200.72		190.50		241.31		206.52	

The results indicated that the current energy use pattern among the enterprises was based on nonrenewable energy in the honey production. As seen from Table 4, on average, the non-renewable form of energy input was 93.20% of the total energy input compared to 6.80% for the renewable form. This indicated that honey production depended mainly on fossil fuels and sugar. In previous studies, Bodescu et al. (2017) determined that the renewable input represented 5.3% of total inputs and Adrian Moraru et al., (2020) found that the ratio of the renewable inputs in total energy input was 5.1% in honey production (Table 4).

Table 4. Energy parameters in honey production.

*Çizelge 4. Bal üretiminde enerji parametreleri*

Parameters	1.group	2.group	3.group	Average
Energy use efficiency	0.85	0.87	1.08	0.91
Energy productivity (kg MJ <sup>-1</sup> )	0.07	0.07	0.08	0.07
Specific energy (MJ kg <sup>-1</sup> )	14.92	14.66	11.82	13.90
Net energy (MJ hive <sup>-1</sup> )	-34.76	-29.08	16.98	-19.20
Direct energy (MJ hive <sup>-1</sup> )	76.50 (32.49%)	81.13 (36.95%)	93.05(41.48%)	82.71 (36.64%)
Indirect energy (MJ hive <sup>-1</sup> )	158.98 (67.51%)	138.44 (63.05%)	131.28 (58.52%)	143.01 (63.36%)
Renewable energy (MJ hive <sup>-1</sup> )	22.23 (9.44%)	13.32 (6.07%)	10.37 (4.62%)	15.34 (6.80%)
Non-renewable energy (MJ hive <sup>-1</sup> )	213.25 (90.56%)	206.25 (93.93%)	213.96 (95.38%)	210.38 (93.20%)
Total energy input (MJ hive <sup>-1</sup> )	235.48 (100%)	219.57 (100%)	224.33 (100%)	225.72 (100%)

### 3.2 Modeling and technical efficiency of honey production

In stochastic frontier model, energy equivalent of the honey yield (MJ hive<sup>-1</sup>) was used as output. The inputs in order to obtain the output were determined as labor (MJ hive<sup>-1</sup>), fuel (MJ hive<sup>-1</sup>), track (MJ hive<sup>-1</sup>), drug (MJ hive<sup>-1</sup>) and sugar (MJ hive<sup>-1</sup>). The specific variables of the beekeepers which could affect the technical inefficiency were selected as producer's age (year), education period (year), family size (person), beekeeping experience (year) and dealing with an agricultural activity besides beekeeping (yes 1, no 0). The descriptive statistics of these variables are given in Table 5.

Stochastic Cobb-Douglas frontier analysis results of the model are shown in Table 6. The variance parameters of the model in all groups were statistically significant. The gamma values were determined as 99%, 48% and 42%, respectively for the groups. The highest gamma value was observed in the first group and this result indicated that the variation in the output value resulted from the input usage inefficiency in the ratio of 99%. High gamma value indicated that there was an inefficiency problem in the enterprises and this caused variations in the output amount.

The total of the coefficients of the variables were found as 1.484, -0.617 and 0.619 in the groups, respectively. According to the results, it was concluded that the enterprises in the first group had increasing return to scale whereas the enterprises in the second and third groups had decreasing return to scale. It was determined that an increase of %1.48 in the output amount would occur when the enterprises increased the input amounts in the ratio of 1% in the first group. In the second and third groups, it was determined that when the enterprises increased the input amounts in the ratio of 1%, the output amounts would decrease in the ratio of approximately 0.62%, respectively.

Table 5. Descriptive statistics of the variables in stochastic frontier model

*Çizelge 5. Stokastik sınır analizinde kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri*

	1.group		2.group		3.group	
	Average	SD	Average	SD	Average	SD
<b>Output</b>						
Yield (MJ hive <sup>-1</sup> )	200.72	100.57	190.50	93.53	241.31	94.88
<b>Production function variables</b>						
Labor (MJ hive <sup>-1</sup> )	22.23	20.58	13.32	7.74	10.37	4.78
Fuel (MJ hive <sup>-1</sup> )	116.06	59.45	121.33	68.10	111.38	65.94
Track (MJ hive <sup>-1</sup> )	42.92	56.05	17.11	14.98	19.90	16.78
Drug (MJ hive <sup>-1</sup> )	8.10	1.82	5.86	1.26	7.10	2.10
Sugar (MJ hive <sup>-1</sup> )	46.17	32.30	61.95	30.62	75.58	47.09
<b>Explanatory variables</b>						
Age (year)	57.07	10.67	54.24	10.14	52.64	11.39
Education period (year)	8.56	3.71	10.08	4.15	8.77	4.14
Family size (person)	3.00	1.00	3.05	1.01	3.00	0.98
Experience in beekeeping (year)	17.67	10.49	18.34	8.52	23.23	10.82
Agricultural activity (%)	0.19	0.40	0.13	0.34	0.36	0.49

SD: Standard deviation

It was observed that the effect of the labor variable on the output was positive in the first and third groups whereas it was negative in the second group. The labor variable was statistically significant in the first and second groups. An increase in the ratio of 1% in labor use would cause an increase in the ratio of %0.15 in the first group whereas it would cause a decrease in the ratio of 0.33% in the second group.

When the effect of fuel use on honey yield was examined, it was determined that the effect of this variable was positive in the third group and negative in other groups.

The coefficients of fuel variable were not statistically significant in the second and third groups. It was concluded that by adding 1% of fuel consumption, the honey production would decrease in the ratio of 0.35%.

Track variable coefficient was statistically significant in the first and second groups and produced a positive effect. It was concluded that by increasing 1% of track consumption, the honey production would increase 0.17% and 0.16% in these groups, respectively.

Drug use variable produced a positive effect in the first and third groups and negative effect in the second group and this variable was statistically significant only in the first group. It was determined that an increase in the ratio of 1% in drug use would cause an increase in the ratio of %1.28 in the enterprises in the first group.

The sugar use variable, one of the main inputs in honey production, was statistically significant for the all groups. This coefficient of this variable was positive in the first and third groups while it was negative in the second group. By increasing 1% of sugar consumption, the honey production would increase 0.24% in the first group and 0.20% in the third group whereas it would decrease 0.18% in the second group.

Omidi-Arjenaki et al., (2016) determined that the honey production increased 0.52% and 0.48%, respectively by adding 1% of sugar or fuel consumption,

Producer's age affected the technical inefficiency negatively in all the groups and it was statistically significant only in the third group. It was determined that as the producers' ages increased, the technical inefficiency would decrease in the third group.

Producer's education period affected the technical inefficiency negatively in the first and second groups and positively in the third group. This variable was statistically significant in the first and third groups. It was determined that the efficiency performance of the producers would increase as the education period of the producers increased in the first group.

Family size variable affected the technical inefficiency positively in the first and second groups and negatively in the third group. This variable was not statistically significant in the groups.

Experience in beekeeping variable affected the technical inefficiency negatively as expected in all the groups and it was statistically significant in the first and second groups. It was concluded that the technical efficiency of the beekeepers in the first and second groups would increase as the beekeeping experiences of the producers increased.

The coefficient of dealing with an agricultural activity besides beekeeping variable was negative in the first and third groups whereas it was positive in the second group. This variable was statistically significant in the first and third groups. Dealing with an agricultural activity besides beekeeping affected the technical efficiency positively in

these groups. This result can be interpreted as the producers, dealing with agricultural activities, are informed about the developments in agriculture and this can have a positive effect on technical efficiency (Table 6).

Table 6. Estimated parameters for frontier and inefficiency models

Çizelge 6. Frontier ve etkinsizlik modelinde parameter tahminleri

Variables	Parameter	1.group		2.group		3.group	
		Coefficient	S.E.	Coefficient	S.E.	Coefficient	S.E.
<b>Stochastic frontier analysis</b>							
Constant	$\beta_0$	3.069***	0.715	7.132***	0.833	3.744***	0.857
Ln (Labor)	$\beta_1$	0.150*	0.078	-0.329***	0.099	0.016	0.167
Ln (Fuel)	$\beta_2$	-0.352*	0.203	-0.068	0.047	0.095	0.147
Ln (Track)	$\beta_3$	0.167**	0.086	0.161***	0.061	-0.043	0.076
Ln (Drug)	$\beta_4$	1.282***	0.126	-0.198	0.331	0.355	0.312
Ln (Sugar)	$\beta_5$	0.237***	0.078	-0.183**	0.076	0.196*	0.104
Return to scale		1.484		-0.617		0.619	
<b>Technical inefficiency model</b>							
Constant	$\delta_0$	0.089	0.997	0.988	1.159	-2.398**	1.175**
Age	$\delta_1$	0.011	0.017	0.021	0.020	0.029*	0.017
Education period	$\delta_2$	-0.711**	0.298	-0.036	0.041	0.152**	0.064
Family size	$\delta_3$	0.228	0.171	0.613	0.188	-0.141	0.176
Beekeeping experience	$\delta_4$	-0.036*	0.021	-0.119***	0.034	-0.005	0.017
Agricultural activity	$\delta_5$	-1.111*	0.669	0.030	0.323	-1.033**	0.504
<b>Variance parameters</b>							
Sigma square	$\sigma^2$	0.535**	0.218	0.133**	0.058	0.106***	0.040
Gamma	$\gamma$	0.999***	0.00003	0.476*	0.266	0.424	0.325
Log likelihood function		1.552		-9.681		-1.889	
Log likelihood function (LR) test		33.739***		24.842***		10.114***	
<b>Technical efficiency</b>							
Average		0.74		0.78		0.85	
Standard deviation		0.28		0.21		0.18	
Minimum		0.24		0.26		0.37	
Maximum		0.99		0.98		0.98	

\*: Significant at 10% significance level; \*\*: Significant at 5% significance level; \*\*\*: Significant at 1% significance level; S.E.: Standard error

Distribution of the efficiency scores in the groups were given in Figure 1, 2 and 3. According to the efficiency analysis results, the technical efficiency scores in the first group were determined to change between 0.24 and 0.99 and the average technical efficiency coefficient was found as 0.74. This result indicated that the producers could obtain 74% of the maximum honey yield by keeping the input levels. Besides, it was concluded that the technical efficiency of 25.95% of the enterprises was under 50% and the technical efficiency coefficients of 40.74% of the enterprises were between 0.96 and 1 (Figure 1).

The technical efficiency was determined to change between 0.26 and 0.98 in the second group and the average technical efficiency coefficient was found as 0.78. It was concluded that the enterprises in this group would be able to reach full efficiency level due to the decrease in the ratio of 22% in the input amounts as long as they would keep the output amounts (Figure 2).

The technical efficiency scores in the third group changed between 0.37 and 0.98 and it was found as 0.85 on average. The enterprises in this group would be able to reach full efficiency level due to the decrease in the ratio of 15% in the input amounts as long as they would keep the output amounts (Figure 3).

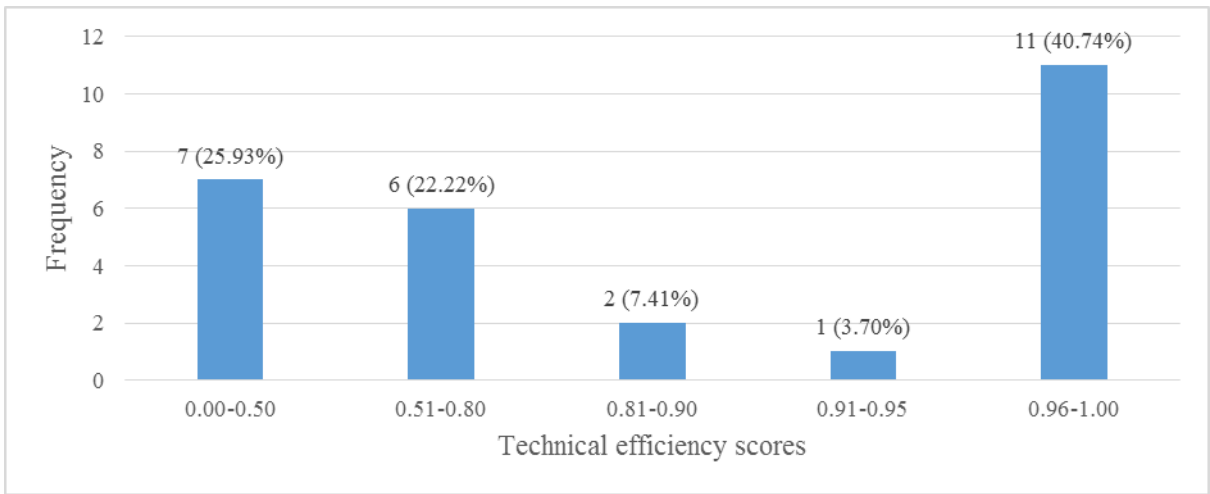


Figure 1. Distribution of the efficiency scores in the first group.  
 Şekil 1. Birinci grupta etkinlik skorlarının dağılımı.

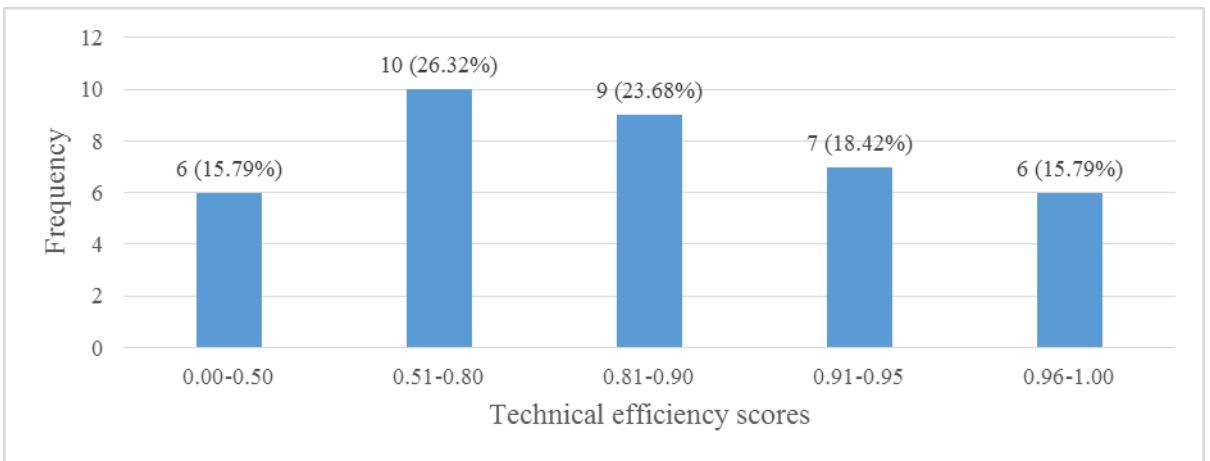


Figure 2. Distribution of the efficiency scores in the second group.  
 Şekil 2. İkinci grupta etkinlik skorlarının dağılımı.

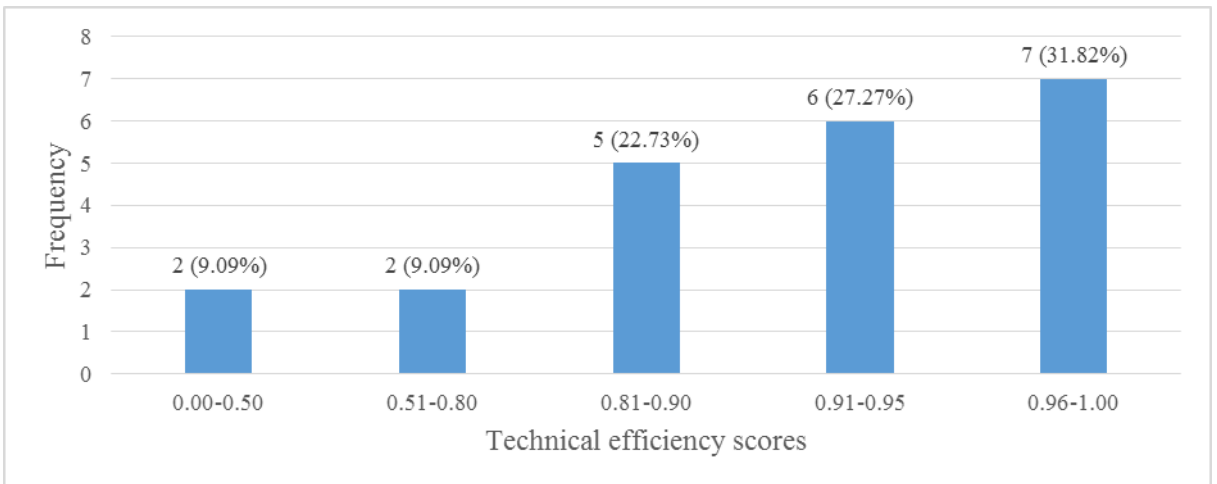


Figure 3. Distribution of the efficiency scores in the third group.  
 Şekil 3. Üçüncü grupta etkinlik skorlarının dağılımı.

#### 4. Conclusion

In this study, energy use and technical efficiency of honey production in Çanakkale province were determined. Energy use efficiency of the honey production in the enterprises in the third group was calculated as 1.08. The energy use efficiency value was under 1 in the first and second groups and this indicated that the inputs were not used efficiently. Inefficient use of the inputs causes some problems. Unconscious use of pesticide, fuel and sugar causes wastage and pollutes the environment. For this reason, the beekeepers should be trained in terms of input usage in honey production. Nutrition of the bees with unnatural sugars is not applicable in terms of the health of the bees and the quality of the honey. In this respect, the beekeepers should be trained on this subject and the organic sugar facilities should be promoted.

Fuel had the highest share on energy use for honey production and it should be reduced to provide optimum energy consumption. Also, the results of econometric model showed the necessity of the use of fuel on yield, especially in the first group. The use of this input needs an adequate management for economical honey yield level with lower energy consumption.

Renewable energy sources are unlimited sources and do not damage the nature. On average, the non-renewable form of energy input was found as 93.20%, indicating that honey production depended mainly on fossil fuels and sugar in the research area.

It was concluded that the beekeepers performed more efficient production in the third group. The producers in the first and second groups should be trained in terms of input usage in the production. Besides, it was determined that the beekeepers having 151 hives and above used the inputs more efficient. In this case, it can be said that increase of the hive number will have a positive effect on the increase of the efficiency.

In order to decrease the negative climate condition effects, the beekeepers should be promoted for insurance and besides, the insurance premium ratio should be increased. The support amount per hive should be increased and supports should be provided for beeswax, royal jelly, bee venom.

Migratory beekeeping is performed in Çanakkale province. In migratory beekeeping, inputs are used in the transportation to the stopovers for the honey production and low interest loan can be supplied for these inputs. Besides, underpricing can be provided to the beekeepers who are registered to the cooperatives and the unions on purchasing sugar used in feeding.

#### References

- Adrian Moraru, R., Bodescu, D., Magdici, M., Simeanu, D., Bulgariu, E., 2020. Analysis of the energy input-output of honey production in the mountainous area of Romania. *Environmental Engineering and Management Journal*, 18(11): 2429-2440. doi:10.30638/eemj.2019.231.
- Aigner, D.J., Lovell, C.A.K., Schmidt, P. 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1): 21-31. doi:10.1016/0304-4076(77)90052-5.
- Anonymous, 2020. Çanakkale tarım ve hayvancılık yatırım rehberi. Güney Marmara Kalkınma Ajansı, Çanakkale.
- Anonymous, 2021a. İstatistik göstergeler. Available at <http://www.tuik.gov.tr>. Access date: 10.05.2021.
- Anonymous, 2021b. Available at <https://canakkale.ktb.gov.tr/TR-70467/cografya.html> Access date: 30.06.2021.
- Bodescu, D., Ştefan, G., Adrian Moraru, R., Coca, O., Brumă, S., Doliş, M.G., 2017. Input–output energy analysis of honey production in Iaşi County, Romania. 30th IBIMA Conference, 8-9 November, Madrid, Spain.
- Battese, G.E., Corra, G.S., 1977. Estimation of a production frontier model with application to the pastoral zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21(03): 169-179. doi:10.1111/j.1467-8489.1977.tb00204.x.
- Battese, G. E., Coelli, T.J., 1995. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20(2): 325–332. doi:10.1007/BF01205442.
- Coelli, T. A., 2007. Guide to frontier version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation. CEPA, Armidale, Australia.
- Çiçek, A., Erkan, O., 1996. Tarım ekonomisinde araştırma örnekleme yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12, Tokat.
- İlgar R., 2018. Beekeeping activities in Çanakkale Province. *Turkish Studies*, 13(26): 713-724. doi:10.7827/TurkishStudies.14134.
- Karaca, N., Özince, G., 2019. Ardahan arıcılık sektörü mevcut durum analizi ve stratejik eylem planı. ISBN: 978-605-68045-5-7. Serhat Kalkınma Ajansı.
- Mandal, K.G., Saha, K.P., Gosh, P.L., Hati, K.M., Bandyopadhyay, K.K., 2002. Bioenergy and economic analyses of soybean based crop production systems in central India. *Biomass & Bioenergy*, 23(5): 337-345. doi:10.1016/S0961-9534(02)00058-2.
- Meeusen, W., Van den Broeck, J., 1977. Efficiency estimation from cobb-douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 18(2): 435-444. doi:10.2307/2525757

- Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, S., Rafiee, S., Keyhani, A., 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Conversion and Management*, 49(12): 3566-3570. doi:10.1016/j.enconman.2008.07.003
- Omidi-Arjenaki, O., Ebrahimi, R., Ghanbarian, D., 2016. Analysis of energy input and output for honey production in Iran (2012–2013). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59(2016): 952-957. doi:10.1016/j.rser.2016.01.060.
- Onu, Z., Yanar, A., Saner, G., Güler, D., 2019. An analysis of economical aspect of the beekeeping enterprise: a case of Kemalpaa district-İzmir/Turkey. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(1): 7-17. doi:10.20289/zfdergi.420370
- zkan, B., Akcaoz, H., Fert, C., 2004. Energy input-output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*, 29(1): 39-51. doi:10.1016/S0960-1481(03)00135-6
- Sancak, K., Zan Sancak, A., Aygren, E., 2013. Dünyada ve Türkiye’de arıcılık. *Arıcılık Aratırma Dergisi*, 10: 7-13.
- Singh, J.M., 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. MSc Thesis. International Institute of Management, University of Flensburg, Germany.
- Topdemir, T., 2018. Determining energy and utilization efficiency of different tillage methods on cotton cultivation under Menemen plain conditions. MSc Thesis. Adnan Menderes University Graduate School of Natural and Applied Sciences, 111p, Aydın, Turkey.

## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.952786

# Firmness classification of tomato fruits by using colour parameters

 Yeşim Benal Öztekin <sup>a</sup>,  Kubilay Kazım Vursavuş <sup>b</sup>,  Zehan Kesilmiş <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Samsun, Turkey  
<sup>b</sup> Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Adana, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: yurtlu@omu.edu.tr

Geliş/Received 15/06/2021 Kabul/Accepted 06/08/2021

## ABSTRACT

In this study, firmness classification potential of tomato fruits was investigated by using colour parameters measured with a colour measuring device. 202 'Bandita F1' greenhouse tomatoes were used as trial material. In damage free colour measurements carried out by Minolta CR-400 colour measurement device, L\*, a\* and b\* colour parameters were considered as main parameters. Other colour parameters ( $a^*b^*$ ,  $a^{*2}$ ,  $b^{*2}$  and  $a^*/b^*$ ) were derived from main colour parameters. These colour parameters were associated with tomato firmness. In tomato firmness measurements, the force value at the skin rupture point was used and this value was expressed as tomato firmness. Tomato samples were grouped according to firmness by using clustering analysis method. In addition, linear discrimination analysis method was used in the classification of tomatoes according to firmness. Classification accuracy was improved by linear discrimination analysis and the number of parameters used was decreased with stepwise regression analysis method. The association between tomato firmness and colour parameters (L\*, a\*, b\*,  $a^*b^*$ ,  $a^{*2}$ ,  $b^{*2}$  and  $a^*/b^*$ ) was determined with Pearson Correlation test. Statistical analysis results showed that the association between tomato firmness and colour parameters was significant ( $P<0.01$ ). According to linear discrimination analysis results, linear classification accuracy was calculated as 85.64% for main colour parameters approach and as 90.59% for seven colour parameters approach. The results of linear discrimination analysis performed by using the most important three colour parameters determined with stepwise regression analysis method showed that correct classification accuracy of tomatoes was 89.10%. The results showed that firmness classification of tomatoes could be done by using colour parameters and linear discrimination analysis method.

Keywords:  
Tomato firmness  
Maturity stage  
Colour parameters  
Clustering analysis  
Linear discrimination analysis

## Domates meyvelerinin renk parametrelerine göre sertlik sınıflandırması

### ÖZET

Bu çalışmada, renk ölçüm cihazı ile ölçülen renk parametreleri kullanılarak domates meyvelerinin sertlik sınıflandırma potansiyeli araştırılmıştır. Deneme materyali olarak 202 adet 'Bandita F1' sera domatesleri kullanılmıştır. Minolta CR-400 model renk ölçüm cihazı kullanılarak yapılan hasarsız renk ölçümlerinde, L\*, a\* ve b\* renk parametreleri ana parametreler olarak dikkate alınmıştır. Diğer renk parametreleri ( $a^*b^*$ ,  $a^{*2}$ ,  $b^{*2}$  ve  $a^*/b^*$ ) ana renk parametrelerinden türetilmiştir. Bu renk parametreleri, domates sertliği ile ilişkilendirilmiştir. Domates sertliği ölçümlerinde, kabuk yırtılma noktasındaki kuvvet değeri kullanılmış ve bu değer domates sertliği olarak ifade edilmiştir. Kümeleme analiz yöntemi kullanılarak domates örnekleri sertliğine göre gruplandırılmıştır. Ayrıca, domateslerin sertliğine göre sınıflandırma işlemlerinde, doğrusal ayırma analiz yöntemi kullanılmıştır. Sınıflandırma hassasiyeti doğrusal ayırma analizi ile iyileştirilmiş ve kullanılan parametre sayısı stepwise regresyon analiz yöntemi ile azaltılmıştır. Domates sertliği ve renk parametreleri (L\*, a\*, b\*,  $a^*b^*$ ,  $a^{*2}$ ,  $b^{*2}$  ve  $a^*/b^*$ ) arasındaki ilişki, Pearson Korelasyon testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları, domates sertliği ve renk parametreleri arasındaki ilişkinin önemli olduğunu göstermiştir ( $P<0.01$ ). Doğrusal ayırma analizi sonuçlarına göre, doğrusal sınıflandırma hassasiyeti ana renk parametreleri yaklaşımı için % 85.64 ve yedi renk parametre yaklaşımı için de % 90.59 olarak hesaplanmıştır. Stepwise regresyon analiz yöntemi ile belirlenmiş olan en önemli üç renk parametresi kullanılarak

Anahtar Sözcükler:  
Domates sertliği  
Olgunluk safhası  
Renk parametreleri  
Kümeleme analizi  
Doğrusal ayırma analizi

© OMU ANAJAS 2021

yapılan doğrusal ayırma analizi sonuçları da, domateslerin doğru sınıflandırma hassasiyetinin % 89.10 olarak gerçekleştiğini göstermiştir. Sonuçlar, domateslerin sertlik sınıflandırmalarının renk parametreleri ve doğrusal ayırma analiz yöntemi kullanılarak gerçekleştirilebileceğini göstermiştir.

## 1. Introduction

The process of fruit ripening in tomato is a key factor for determining physiological and biochemical changes (Giovannoni, 2004). The conversion of tomato fruit from the mature green to fully ripe stage involves dramatic changes in colour, flavour, and texture (Kaur et al., 2006). For fresh tomatoes, the two quality attributes that are most important to buyers and consumers are texture and skin colour (Batu, 2004). Colour change of tomato fruits is the most obvious feature of ripening (Lenucci et al., 2012; Kaur et al., 2006). Fruit firmness is inversely proportional to ripeness and therefore may be used as alternative ripeness index in vegetable and fruit classifications (Mohsenin, 1970; Lesage and Destarin, 1996). While colour is a ripeness parameter in tomato fruit, firmness is also one of the main factors contributing to the quality of tomato fruit.

Degree of fruit firmness has been used as an indicator of fruit quality and for this reason, firmness may be the final index of consumers while making their purchase decision for tomato fruit (Burton, 1982). Ripening continues after the harvest of tomatoes and tomatoes can ripen very quickly. This situation may cause losses in quality and limit the shelf life of tomatoes (Geeson et al., 1985; Wu & Abbott, 2002; Lana et al., 2005). A large number of researchers used colour classification criteria to find out ripening (USDA, 1991) in tomato harvest (Kader et al., 1978; Edan et al., 1997; Lopez Camelo and Gomez, 2004; Batu, 2004; Baltazar et al., 2008; Bui et al., 2010; Sirisomboon et al., 2012).

If tomatoes are to be transported over long distances, they are mostly harvested during colour turning period. On the other hand, tomatoes that will be transported to close distances are harvested during their pink or light red maturity period. In both stages, tomatoes are required not to be below a certain firmness limit value (Edan et al., 1997). Tomato colour and colour change are mostly determined by using instrumental methods. Colour measurement devices (Minolta Chroma and Hunter Lab) are an effective way used to find out colour index (Batu, 2004; Baltazar et al., 2008).

Among the damage free technologies, colourimeters which quantify lightness ( $L^*$ ), green to red ( $a^*$ ), and blue to yellow ( $b^*$ ) of fruit surface have been used extensively because CIELab indices allow objective statistical and quantitative analyses.

Although it has been reported in a large number of studies that there is a positive association between maturity stage and colour development in tomatoes, this association is not fully understood (Hobson et al., 1983; Batu, 1998, 2004; Thai & Shewfelt, 1990, 1991). Except for the method of determining the colour ripening stages specified in the USDA colour catalogue, colour charts and scales have been developed to determine the maturity stages of tomatoes commercially. However, accurate determination of maturity stages of tomatoes is still not possible with these methods (Van Zeebroeck et al., 2007).

There is no specific standard for firmness classification of tomatoes. In tomato firmness classifications carried out by researchers, colour ripeness criteria are taken into consideration and firmness classifications are made accordingly (Bui et al., 2010; Sirisomboon et al., 2012 and Sirisomboon et al., 2012a). As tomato ripens, its texture softens and changes occur in its textural structure. During ripeness, skin rupture force and skin firmness of tomatoes decrease and the fruit flesh softens. Firmness analysis of agricultural products is made using automation-based material testing devices or hand penetrometers. A large number of researchers examine tomato colour and firmness change and while doing this, both spend time and damage the product in firmness measurement. It would be a more accurate approach to estimate the firmness without any damage by using direct colour measurement values instead of this process. The aim of the present study is to classify tomato fruits according to their firmness by using  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  colour parameters and separation analysis method.

## 2. Materials and Method

The present study was carried out by using 'Bandita F1' tomato variety. The tomatoes tested during the trials were provided from a greenhouse in Adana. The tomatoes were harvested in different maturity stages as green, breaking, turning, pink, light red and red ripening periods in order to create different firmness groups and 202 tomatoes were tested during the trials. Mean mass, equatorial diameter and height of the tomatoes used in the trials were measured as  $112.51 \pm 14.67$  g,  $58.17 \pm 3.45$  mm and  $46.93 \pm 2.01$  mm, respectively.

In the first step regarding the colour measurement of tomatoes, CR-400 model (Konica Minolta Chroma Meter, Japan) colour measurement device was used to determine the colours with  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  three-point measurement method. Before the measurement, the device was calibrated with a standard white ceramic plaque ( $Y=88.20$ ,  $x=0.3174$ ,  $y=0.3222$ ).



Colour measurements ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) were made at four points on the equatorial region of each tomato sample and the mean of four measurements was recorded to be used in the assessment of maturity.  $a^*$  value measured with Minolta colourimeter denotes redness and greenness and ranges from -90 to +90.  $b^*$  value denotes blueness and yellowness and ranges from -90 to +90. In the present study, the redness values and maturity classifications of tomatoes were determined by using  $a^*/b^*$  values proposed by Batu (2004). The  $a^*/b^*$  colour space value ranges used in the determination of tomato maturity are given in Table 1. Colour measurement points of tomatoes were marked and firmness measurements were made from these points after colour measurement. During the trials, a total of 808 colour measurements were made on 202 tomatoes, with 4 colour measurements on each tomato.

Lloyd Universal Test device (Lloyd Instrument LRX Plus Series) was used in the firmness measurements of tomatoes. The device consists of three main parts as moving head, movement system and data transfer system (load cell, computer and connections and NEXYGEN Plus software). 4 mm diameter flat indenter was used in the measurements and 10 mm min<sup>-1</sup> loading speed was used (ASAE Standards, 2001). The indenter tip was made to move 10 mm while forming the force-deformation graphs. The force at the skin rupture point was expressed as tomato firmness ( $F_{max}$ ). Tomato firmness measurements, also called damaged measurement reference test, was carried out at four points where colour measurements were made on 202 tomato samples. A total of 808 firmness measurements were made and the average of 4 values measured in the equatorial region for each tomato sample was taken into account in statistical analyses.

The relationship between tomato firmness ( $F_{max}$ ) and colour parameters ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $a^*x b^*$ ,  $a^{*2}$ ,  $b^{*2}$  and  $a^*/b^*$ ) was determined with Pearson Correlation Test. Parameters such as  $a^*x b^*$ ,  $a^{*2}$ ,  $b^{*2}$  and  $a^*/b^*$  used except for main colour parameters  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  measured with Minolta colour measurement device were derived from main colour parameters. Mean firmness values obtained for 202 tomatoes were also subjected to clustering analysis and decision was made about what firmness class ranges should be. Scheffe test was used to compare the significance level of each colour parameter ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) between different firmness classes. In addition, discriminant analysis method was used to determine the colour parameters which were effective and which were not effective in separating into firmness groups and to test whether the data were classified according to firmness as estimated. SPSS 20.0 program was used in all statistical assessments. Tomato firmness and colour parameters, symbols and units were given in Table 2.

### 3. Results and Discussion

The change of tomato firmness depending on the maturity stage was given in Figure 1. As can be seen in Figure 1, the difference between the means of firmness values was found to be statistically significant at all maturity stages and took place in different groups ( $P < 0.05$ ). The highest change in firmness values was found to take place in breaking, turning and pink maturity stages. The lowest change was found in light red and red maturity stages.

The changes of tomato colour and maturity index values in six different maturity stages are given in Table 3. According to DUNCAN multiple comparison test results, it was found that  $a^*$  and  $a^*/b^*$  colour parameters showing the redness degree of tomatoes were in different groups in all maturity stages and the difference between the means was found to be statistically significant at 1% level ( $P < 0.01$ ). Lopez Camelo & Gomez (2004) and Vursavuş & Kesilmis (2017) also found similar results and stated that  $a^*$  and  $a^*/b^*$  colour parameters were dominantly significant on the colour change of tomatoes at six different maturity stages. Batu et al. (1997) examined Minolta colour changes in different maturity stages of tomato and stated that  $a^*$  redness values should be taken into consideration while determining colour values. In addition, Ince et al. (2016) found that the relationship between  $a^*/b^*$  colour parameter and tomato skin rupture force was significant at 1% level and there was a positive relationship. These results support the results of our study.

The relationship between tomato firmness ( $F_{max}$ ) and colour parameters regarding the Pearson correlation test was given in Table 4. As can be seen in Table 4, the correlation between tomato firmness and colour parameters was found to be significant at  $P < 0.01$  level. When the correlations between main colour parameters were taken into consideration, the highest correlation was found to be between  $F_{max}$  and  $a^*$  colour parameter ( $r = -0.904$ ). The highest correlation between colour parameters derived from main colour parameters and  $F_{max}$  was between  $a^*/b^*$  ( $r = -0.930$ ). Similar results were also found by Arias et al., 2000; Bui et al., 2010 and Ince et al., 2016 and these results support the results of the present study.

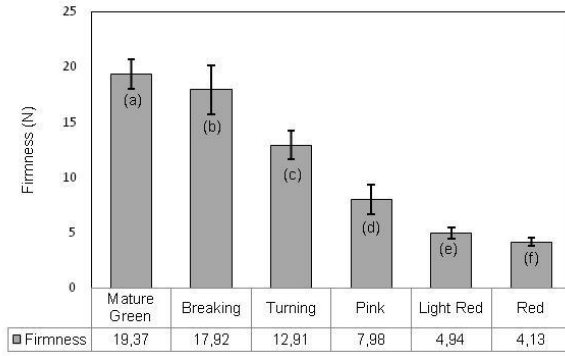


Figure 1. Change of tomato firmness due to maturity stage  
 Şekil 1. Olgunluk döneminde domatestte sertlik değişimi

Table 1. a\*/b\* values used for maturity classification of tomatoes (Batu, 2004)  
 Çizelge 1. Domatesin olgunluk sınıflandırmasında kullanılan a\*/b\* değerleri

Colour stage	a*/b*
Mature green	-0.59 < a*/b* ≤ -0.47
Breaking	-0.47 < a*/b* ≤ -0.27
Turning	-0.27 < a*/b* ≤ 0.08
Pink	0.08 < a*/b* ≤ 0.60
Light red	0.60 < a*/b* ≤ 0.95
Red	a*/b* > 0.95

Table 2. Colour and firmness parameters  
 Çizelge 2. Renk ve sertlik parametreleri

Measurement type	Parameter
Colour	L*
	a*
	b*
	a*xb*
	a* <sup>2</sup>
	b* <sup>2</sup>
	a*/b*
Firmness	F <sub>max</sub> (N)

Table 3. Colour parameter values for tomato fruits at different maturity stages  
 Çizelge 3. Farklı olgunluk dönemlerinde domates için renk parametresi değerleri

Parameters	Mature Green	Breaking	Turning	Pink	Light Red	Red
L*	46.13±1.36 <sup>c</sup>	46.98±1.28 <sup>d</sup>	46.08±1.23 <sup>d</sup>	43.76±1.41 <sup>c</sup>	40.63±1.27 <sup>b</sup>	39.21±0.77 <sup>a</sup>
a*	-7.75±0.82 <sup>a</sup>	-6.74±1.18 <sup>b</sup>	-2.26±1.86 <sup>c</sup>	4.64±2.15 <sup>d</sup>	16.83±3.07 <sup>e</sup>	23.07±1.68 <sup>f</sup>
b*	15.41±1.75 <sup>a</sup>	16.84±1.69 <sup>b</sup>	17.65±2.06 <sup>b</sup>	18.38±1.74 <sup>c</sup>	21.63±1.61 <sup>d</sup>	21.96±1.10 <sup>d</sup>
a*xb*	-120.91±25.12 <sup>a</sup>	-	-39.75±34.97 <sup>b</sup>	87.07±43.31 <sup>c</sup>	368.05±87.83 <sup>d</sup>	507.27±52.19 <sup>e</sup>
a* <sup>2</sup>	60.85±12.29 <sup>c</sup>	114.61±28.64 <sup>a</sup>	8.42±8.14 <sup>a</sup>	25.98±21.37 <sup>ab</sup>	292.57±100.5 <sup>d</sup>	535.03±77.80 <sup>e</sup>
b* <sup>2</sup>	240.61±53.42 <sup>a</sup>	286.24±58.45 <sup>b</sup>	315.67±75.85 <sup>b</sup>	340.83±64.29 <sup>c</sup>	470.85±68.34 <sup>d</sup>	483.23±47.84 <sup>d</sup>
a*/b*	-0.50±0.02 <sup>a</sup>	-0.40±0.06 <sup>b</sup>	-0.13±0.10 <sup>c</sup>	0.25±0.11 <sup>d</sup>	0.77±0.10 <sup>e</sup>	1.05±0.07 <sup>f</sup>

The values and ± represent the means and standard deviation values, respectively. The average values with the letters a, b, c, d, e, f are statistically different according to the DUNCAN test (P≤0.05).

Table 4. Correlation coefficients (r) between tomato firmness ( $F_{max}$ ) and colour parameters  
 Çizelge 4. Domates sertliği ( $F_{max}$ ) ile renk parametreleri arasındaki korelasyon katsayıları (r)

Parameter	L*	a*	b*	a*xb*	a* <sup>2</sup>	b* <sup>2</sup>	a*/b*
$F_{max}$	0.808	-0.904	-0.749	-0.874	-0.668	-0.746	-0.930

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level.

Table 5. Tomato firmness groups according to cluster analysis results  
 Çizelge 5. Cluster analizi sonuçlarına göre domates sertlik sınıflandırması

Firmness group	Sample number	Tomato firmness (N)	
		Mean	SD ±
$F_{max} \geq 14.79$ N (Hard)	52	18.61	1.91
$7.84 < F_{max} \leq 14.78$ (Intermediate)	55	11.37	2.04
$F_{max} \leq 7.83$ (Soft)	95	4.78	1.29

SD: standard deviation

202 data at different maturity levels used for the firmness classification of tomatoes were first exposed to clustering analysis and it was decided on what the firmness class ranges should be. Clustering analysis results of three different firmness groups were given in Table 5. As can be seen in Table 5, 52 tomato samples were in hard group with a mean value of  $18.61 \pm 1.91$  N, while 55 tomato samples were in the intermediate group with a mean value of  $11.37 \pm 2.04$  N and 95 tomato samples were in the soft classification group with a mean value of  $4.78 \pm 1.29$  N. Class ranges formed with cluster analysis were found as  $F_{max} \leq 7.83$  N for soft tomato group, as  $7.84 < F_{max} \leq 14.78$  N for intermediate tomato group and as  $F_{max} \geq 14.79$  N for hard tomato group. 202 tomato samples were classified by taking these firmness ranges into consideration.

Main colour parameters can give direct information about the firmness of L\*, a\* and b\* tomatoes. The main colour parameter results in three different firmness groups for tomato samples were given in Table 6. The difference between the mean values of the three firmness group for main colour parameters was analysed by using Scheffe test at  $P \leq 0.05$  significance level. According to analysis results, L\* colour parameter mean values were found to show statistically significant differences in three firmness groups. Similar result was also found for a\* and b\* colour parameters and the difference between hard, intermediate and soft groups was found to be statistically significant at  $P \leq 0.05$  level.

The results of linear discrimination analysis made separately for each of the main colour parameters were given in Table 7. It was found that L\* colour parameter showed low classification for hard tomato group with 36.54% (19/52) value. In intermediate and hard tomato groups, classification success was calculated as 72.73% (40/55) and 74.74% (71/95), respectively. It was found that a\* colour parameter could classify all of the 52 tomatoes (52/52=100%) in hard classification group in the same group. This classification success was calculated as 85.46% (47/55) and 77.89% (74/95), respectively for intermediate and soft tomato groups. Similar to the L\* colour parameter, b\* colour parameter did not show a high classification success in hard tomato group (44.23%). Success percentages were calculated as 80% and 71.58% for intermediate and soft tomato groups. When evaluated in general, the colour parameter with the highest classification accuracy was a\* colour parameter with 85.62%. This was followed by b\* (66.83%) and L\* (64.36%) colour parameters.

While the difference between the mean values of L\* and b\* colour parameters was not found to be significant according to Scheffe test results, classification success percentage was found to be lower than the classification success percentage in a\* colour parameter. In the classification made by using the main colour parameter a\*, classification accuracy was calculated as 85.64% for all firmness groups. Gutierrez et al, (2007) and Lien et al, (2009) stated that classification accuracy should be over 75.00%. Since the classification accuracy of 85.64% was higher than 75.00%, it was found that acceptable results were reached by using only a\* main colour parameter.

Table 8 shows the results of linear discrimination analysis using three main colour parameters together (L\*, a\* and b\*). When compared with the results in Table 7 (85.64%), it can be seen in Table 8 that classification accuracy did not differ much with the use of three main colour parameters (84.65%).

In order to increase the classification accuracy determined by using linear discriminant analysis for three main colour parameters, discriminant analysis was performed by using main colours and the other colours derived from these and the results were given in Table 9. As can be seen in Table 9, the percentage of assigning tomatoes to the firmness group they were in was found high for hard and soft tomatoes and calculated as 100% for the hard group and as 90.53% for the soft group. Classification accuracy was increased to 90.59% from 84.65% for three firmness

groups. The most unsuccessful classification was found in intermediate firmness group (81.82%) and 6 of the 55 tomatoes in intermediate firmness group were classified as hard, while 4 were classified as soft.

The use of 7 parameters given in Table 7 may cause complexity in real time applications of numerical and logical applications. For this reason, stepwise regression analysis was used to decrease the number of colour parameters. According to stepwise regression analysis results, L\*, a\*2 and a\*/b\* colour parameters were found to be statistically the most important parameters. Statistical assessment results of stepwise regression analysis were given in Table 10.

Table 11 shows classification analysis results determined according to linear discriminant analysis by using L\*, a\*2 and a\*/b\* colour parameters. By using the three most important colour parameters determined as a result of stepwise regression analysis, it was concluded that the tomatoes could be classified with a classification accuracy of 89.10% for all firmness groups. In addition, the classification accuracy of 90.59% which was calculated by using the seven colour parameters was calculated as 89.10% with a decrease of 1.64%. As can be seen in Table 11, all of the 52 tomatoes in the hard group were classified in their own groups. 8 of the 55 tomatoes in the group with intermediate firmness were classified in the hard group and 5 were classified in the soft group. The lowest classification took place in this group. Of the 95 tomatoes in the soft firmness group, 86 were classified in their own group and 9 were classified in the intermediate firm group. In this case, it can be said that the use of three colour parameters determined with stepwise regression analysis will be more practical in real time applications since it shows similar classification accuracy to seven colour parameter use and for including less colour parameters.

Table 6. Measurements of main colour parameters for three firmness groups of tomatoes

Çizelge 6. Üç domates sertlik grubu için ana renk parametresi ölçümleri

Parameters	Classification group		
	Hard (52)	Intermediate (55)	Soft (95)
L*	46.49±1.37 <sup>c</sup>	45.53±1.53 <sup>b</sup>	40.80±2.09 <sup>a</sup>
a*	-7.34±1.07 <sup>a</sup>	-0.85±3.34 <sup>b</sup>	17.02±7.34 <sup>c</sup>
b*	16.09±1.81 <sup>a</sup>	17.40±1.91 <sup>b</sup>	21.04±2.09 <sup>c</sup>

Values are mean and ± is standard deviation. In the same row, values with different superscripts are significantly different (P<0.05) by Scheffé test.

Table 7. Accuracy of tomato classification according to main colour parameters

Çizelge 7. Ana renk parametrelerine göre domates sınıflandırma doğruluğu

Parameters	Classification group			Total	Accuracy (%)
	Hard (52)	Intermediate (55)	Soft (95)		
L*	19 (%36.54)	40 (%72.73)	71 (%74.74)	130	64.36
a*	52 (%100)	47 (%85.46)	74 (%77.89)	173	<b>85.64</b>
b*	23 (%44.23)	44 (%80)	68 (%71.58)	135	66.83

Best accuracy is 85.64%=(52+47+74)/202\*100, i.e., 85.64 well classified.

Value in parentheses presents the best response as a quantity percentage of the original class

Table 8. Accuracy of tomato classification for three main colour parameters L\*, a\* and b\* using discriminant analysis

Çizelge 8. Diskriminant analizi ile L\*, a\* ve b\* ana renk parametreleri için domates sınıflandırma doğruluğu

Class of Origin	Class of Test Response			Total
	Hard (52)	Intermediate (55)	Soft (95)	
Hard	48 <sup>a</sup> (92.31) <sup>b</sup>	4 (7.69)	0 (0.00)	52
Intermediate	5 (9.09)	49 <sup>a</sup> (89.09)	1 (1.82)	55
Soft	0 (0.00)	21 (22.11)	74 <sup>a</sup> (77.89)	95

<sup>a</sup> Overall accuracy is 84.65% = (48+49+74)/202 x 100, i.e., 84.65% well classified.

<sup>b</sup> Value in parentheses presents the test response as a quantity percentage of the original class.

Table 9. Accuracy of tomato classification for all colour parameters  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $a^*xb^*$ ,  $a^{*2}$ ,  $b^{*2}$  and  $a^*/b^*$  using discriminant analysis

Çizelge 9. Diskriminant analizi ile  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $a^*xb^*$ ,  $a^{*2}$ ,  $b^{*2}$  ve  $a^*/b^*$  tüm renk parametreleri için domates sınıflandırma doğruluğu

Class of Origin	Class of Test Response			Total
	Hard (52)	Intermediate (55)	Soft (95)	
Hard	52 <sup>a</sup> (100.00) <sup>b</sup>	0 (0.00)	0 (0.00)	52
Intermediate	6 (10.91)	45 <sup>a</sup> (81.82)	4 (7.27)	55
Soft	0 (0.00)	9 (9.47)	86 <sup>a</sup> (90.53)	95

<sup>a</sup> Overall accuracy is 90.59% = (52+45+86)/202 x 100, i.e., 90.59% well classified.

<sup>b</sup> Value in parentheses presents the test response as a quantity percentage of the original class.

Table 10. Statistical results of the most significant colour parameters by stepwise regression analysis

Çizelge 10. En önemli renk parametrelerini belirlemede Stepwise regresyon analizi sonuçları

Parameters	Partial-R-square	Std Error	t-value	Significant
$L^*$	0.031	0.089	-2.514	0.013
$a^{*2}$	0.432	0.001	12.247	0.000
$a^*/b^*$	0.796	0.519	-27.813	0.000

Table 11. Accuracy of tomato classification for three colour parameters  $L^*$ ,  $a^{*2}$  and  $a^*/b^*$  using discriminant analysis

Tablo 11. Diskriminant analizi ile  $L^*$ ,  $a^{*2}$  and  $a^*/b^*$  ana renk parametreleri için domates sınıflandırma doğruluğu

Class of Origin	Class of Test Response			Total
	Hard (52)	Intermediate (55)	Soft (95)	
Hard	52 <sup>a</sup> (100.00) <sup>b</sup>	0 (0.00)	0 (0.00)	52
Intermediate	8 (14.55)	42 <sup>a</sup> (76.36)	5 (9.09)	55
Soft	0 (0.00)	9 (9.47)	86 <sup>a</sup> (90.53)	95

<sup>a</sup> Overall accuracy is 89.10% = (52+42+86)/202 x 100, i.e., 89.10% well classified.

<sup>b</sup> Value in parentheses presents the test response as a quantity percentage of the original class.

## Conclusion

For practical and quick measurements, skin colour values in the harvest period were used to classify the tomatoes according to their firmness. Tomato skin rupture force was associated with  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  and colour parameters derived from these main colour parameters. In the classification of tomato firmness, the use of colour parameters was found as an applicable method in classifying tomatoes of hard, intermediate and soft firmness level and firmness measurements. Main colour parameters gave high level of information about firmness classification of  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  tomatoes with a classification accuracy of 84.65%. By using seven colour parameters instead of three main colour parameters, classification accuracy of tomatoes for all firmness groups was increased to 90.59% from 84.65% using linear discrimination analysis method. With stepwise regression analysis applied to seven colour parameters, the most important three colour parameters were determined as  $L^*$ ,  $a^{*2}$  and  $a^*/b^*$ . According to the linear discrimination analysis conducted by using these parameters, classification accuracy was calculated as 89.10 % from 90.59% with a decrease of 1.64% for all firmness groups. In addition, it can be said that classification of tomatoes by using three colour parameters of  $L^*$ ,  $a^{*2}$  and  $a^*/b^*$  will be a more accurate approach considering that the numerical analysis complexity resulting from multiple parameter use will be decreased. While three main colour parameter approach was a suitable approach for the classification of hard and intermediate hard tomatoes (92.31% and 89.09%), seven colour parameter approach and three colour parameter approach were found to be suitable for hard and soft firmness group (100% and 90.53%). The result that classification accuracy of tomatoes was found to be higher than 75% in all of the three approaches promoted the real time use of this technique. The aim of the present study was the classification of tomatoes according to their firmness and it is thought that it will be appropriate to conduct similar studies to increase classification accuracy for different products by using clustering, linear discriminant and stepwise regression analysis methods.

## References

- Arias, R., Lee, T.C., Logendra, L., Janes, H., 2000. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L\*, a\*, b\* colour readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with colour and lycopene content. *J Agric Food Chem*, 48, 1697-1702. <https://doi.org/10.1021/jf990974e>
- ASAE, 2001. Compression Test of Food Materials of Convex Shape. *Am Soc Agric Eng Standarts*. ASAE, S368.4 DEC 00.
- Baltazar, A., Aranda, J.I., Gonzales-Aguilar, G., 2008. Bayesian classification of ripening stages of tomato fruit using acoustic impact and colourimeter sensor data. *Comput Electron Agric*, 60: 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2007.07.005>
- Batu, A., 2004. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. *J Food Eng*, 61(3): 471-475. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00141-9](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00141-9)
- Batu, A., Thompson, A.K., Ghafir, S.A.M., Abdel-Rahman, N.A., 1997. Comparison between Hunterlab and Minolta difference meters of evaluation skin colour of tomatoes, apples and bananas. *The J Food*, 22(4): 301-307 (in Turkish).
- Batu, A., 1998. Some factors affecting on determination and measurement of tomato firmness. *Turk J Agric For*, 22:411-418.
- Bui, H.T., Makhlof, J., Ratti, C., 2010. Postharvest ripening characterization of greenhouse tomatoes. *Int J Food Prop*, 13(4):830-846. <https://doi.org/10.1080/10942910902895234>
- Burton, W.G., 1982. Ripening and senescence of fruits. In: W.G. Burton (ed.), *Postharvest-physiology of food crops* (pp. 181-198). Longman Group Ltd.
- Edan, Y., Pasternak, H., Shmulevich, I., Fallik, D., 1997. Colour and firmness classification of fresh market tomatoes. *J Food Sci*, 62(4): 793-796. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb15457.x>
- Geeson, J.D., Browne, K.M., Maddison, K., Shepherd, J., Guaraldi, F., 1985. Modified atmosphere packing to extend the storage-life of tomatoes. *J Food Technol*, 20: 339-349. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1985.tb00384.x>
- Giovannoni, J., 2004. Genetic regulation of fruit development and ripening. *Plant Cell*, 16: 170-181. <https://doi.org/10.1105/tpc.019158>
- Gutierrez, A., Burgos, J.A., Molto, E., 2007. Pre-commercial sorting line for peaches firmness assessment. *J Food Eng*, 81, 721-727. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.01.006>
- Hobson, G.E., Adams, P., Dixon, T.J., 1983. Assessing the colour of tomato fruit during ripening. *J Sci Food Agric*, 34: 286-292. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740340312>
- Ince, A., Cevik, M.Y., Vursavus, K.K., 2016. Effects of maturity stages on textural mechanical properties of tomato. *Int J Agric&Biol Eng*, 9(6):200-206. doi:10.3965/j.ijabe.20160906.1999
- Kader, A.A., Morris, L.L., Chen, P., 1978. Evaluation of two objective methods and a subjective rating scale for measuring tomato fruit firmness. *J Am Soc Hort Sci*, 103(1): 70-73.
- Kaur, D., Sharma, R., Abas, Wani, A., Gill, B.S., Sogi, D.S., 2006. Physicochemical changes in seven tomato (*Lycopersicon esculentum*) cultivars during ripening. *Int J Food Prop*, 9, 747-757. <https://doi.org/10.1080/10942910600575716>
- Lana, M.M., Tijsskens, L.M.M., Van Kosten, O., 2005. Effect of storage temperature and fruit ripening on firmness of fresh cut tomatoes. *Postharvest Biol Technol*, 35: 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.07.001>
- Lenucci, M.S., Serrone, L., De Caroli, M., Fraser, P.D., Bramley, P.M., Piro, G., Dalessandro, G., 2012. Isoprenoid, lipid, and protein contents in intact plastids isolated from mesocarp cells of traditional and high-pigment tomato cultivars at different ripening stages. *J Agric Food Chem*, 60, 1764-1775. <https://doi.org/10.1021/jf204189z>
- Lesage, P., Destarin, M., 1996. Measurement of tomato firmness by using a non-destructive mechanical sensor. *Postharvest Biol Technol*, 8(1): 45-55. [https://doi.org/10.1016/0925-5214\(95\)00057-7](https://doi.org/10.1016/0925-5214(95)00057-7)
- Lien, C.C., Ay, C., Ting, C., 2009. Non-destructive impact test for assessment of tomato maturity. *J Food Eng*, 91(3): 402-407. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.09.036>
- Lopez Camelo, A.F., Gomez, P.A., 2004. Comparison of colour indexes for tomato ripening. *Hortic Bras*, 22(3): 534-537. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000300006>
- Mohsenin, N.N., 1970. *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publisher, New York 742 pp.
- Sirisomboon, P., Tanaka, M., Kojima, T., 2012. Evaluation of tomato textural mechanical properties. *J Food Eng*, 111(4): 618-624. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.03.007>
- Sirisomboon, P., Tanaka, M., Kojima, T., Williams, P., 2012a. Nondestructive estimation of maturity and textural properties on tomato "Momotaro" by near infrared spectroscopy. *J Food Eng*, 112(3): 218-226. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.04.007>

- Thai, C.N., Shewfelt, R.L., 1990. Tomato colour changes under constant and variable storage temperature: empirical model. *Trans ASAE*, 33(2): 607-614. doi: 10.13031/2013.31374
- Thai, C.N., Shewfelt RL, 1991. Modeling sensory colour quality of tomato and peach: neural networks and statistical regression. *Trans ASAE*, 34(3): 950-955. doi: 10.13031/2013.31754
- USDA, 1991. United State standars for grade of fresh tomatoes. US Dept. Agric., Mktg., ser., Washington D C. 14 pp.
- Wu, T., Abbott, J., 2002. Firmness and force relaxation characteristics of tomatoes stored intact or as slices. *Postharvest Biol Technol*, 24: 59-68. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00133-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00133-8)
- Van Zeebroeck, A., Van linden, V., Darius, P., De Keteleare, B., Ramon, H., Tijskens, E., 2007. The effect of fruit properties on the bruise susceptibility of tomatoes. *Postharvest Biol Technol*, 45: 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.12.022>
- Vursavuş, K.K., Kesilmiş, Z., 2017. Modeling of colour values for nondestructive prediction of tomato fruits. *JOTAF*, 14(3): 1-8. [in Turkish].



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.981203

**Prevalence of *Dermanyssus gallinae* in Backyard Poultry Houses and Its Relation with Hen-House Conditions in Canakkale, Turkey**

Coşkun Konyalı<sup>a\*</sup>, Türker Savaş<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Lapseki Vocational School, Canakkale Onsekiz Mart University, Canakkale, Turkey

<sup>b</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Canakkale Onsekiz Mart University, Canakkale, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ckonyali@comu.edu.tr

Geliş/Received 10/08/2021

Kabul/Accepted 07/09/2021

**ABSTRACT**

Poultry red mite (PRM) is most important ectoparasite of poultry due to its harmful effects. This study aims to determine the prevalence of PRM in small free range farms and backyards of poultry breeding and to reveal the correlation between the condition and location of hen-houses with the prevalence of PRM. Analyses were carried out between on August 25th – September 30th in a total of 10 districts and 124 villages in Çanakkale, Turkey. The districts and villages visited in the region were divided into 5 different locations based on their geographical structure and analyses were performed for these locations. In total, 355 coops were surveyed, and the presence of red mite and the conditions of poultry houses were recorded. It was found out that the infestation rate of red mite was 72.39% in the province of Çanakkale. According to location prevalence, the highest infestation rate was detected in Location 3 (81.25%) which is situated in the higher parts of the region. The study observed that the presence of perch, location, air conditioning, height and roof materials of the coops significantly affected the infestation rate ( $P < 0.05$ ). The probability of incidence of mites was higher in the hen-houses higher than 0.60m and with better ventilation and perches. The lowest infestation rate was found in the coops with a galvanized roof, compared to those with the roofs made from tiles, woods or asbestos ( $P < 0.05$ ). In conclusion, the findings highlighted that geographical and coop conditions should be considered as a point of control for red mites.

**Keywords:**  
*Dermanyssus gallinae*  
Poultry red mite  
Prevalence  
Turkey  
Infestation  
Ectoparasite

**Türkiye’de Çanakkale’ye Bağlı Köylerdeki Kümeslerde Kanatlı Kırmızı Akarı Prevalansı ve Kümes Koşulları ile İlişkisi**

**ÖZET**

Çalışma, 25 Ağustos-30 Eylül tarihleri arasında Çanakkale’ye bağlı 10 ilçe ve 124 köyde gerçekleştirilmiştir. Ziyaret edilen ilçe ve köyler, bölgenin coğrafik yapısına göre 5 farklı lokasyona ayrılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Toplam 355 kümes incelenmiş olup, kümeslerdeki *Dermanyssus gallinae* varlığı tespit edilmiş ve kümes koşullarına ilişkin bilgiler kayıt edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Çanakkale geneline ait akar prevalansının %72.39 olduğu tespit edilmiştir. Lokasyonlar bazında en yüksek prevalansın %81.25 ile bölgenin dağlık-yüksek kesimine sahip Lokasyon 3’e ait olduğu görülmektedir. Ele alınan faktörlerden lokasyon, kümes içi havalandırma durumu, tünek varlığı, kümes yüksekliği ve çatı materyalinin akar prevalansı üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). İyi havalandırılan, tünek bulunan ve yüksekliği 0.60 m’den yüksek olan kümeslerde prevalansın daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca çatı malzemesi galvaniz saç olan kümeslerde kiremit, tahta ya da termit olanlara kıyasla daha az akara rastlanmıştır ( $P < 0.05$ ). Parazit mücadelesine yönelik yapılan uygulamaların akar prevalansı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak *D.gallinae* ile mücadelede bölgenin lokasyonu ve kümesine bağlı faktörlerin de ele alınması gerektiği görülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:**  
*Dermanyssus gallinae*  
Kanatlı kırmızı akarı  
Türkiye  
Enfestasyon  
Dış parazit

© OMU ANAJAS 2021



## 1. Introduction

*Dermanyssus gallinae*, poultry red mite (PRM) is a hematophagous and obligatory ectoparasite of domestic and wild birds (McGarry and Trees 1991; Circella et al., 2011; Escobar et al., 2014). It is also known that the red mite attacks mammals including humans (Sikes and Chamberlain, 1954; Duncan 1957; Hoffman 1987; Haag-Wackernagel, 2008; Bakr et al., 1995; Abd El-Halim et al., 2009). *Dermanyssus gallinae* is the most important parasite affecting poultry production (Fletcher and Axtell 1991; Maurer and Baumgärtner, 1992). It is reported that the red poultry mite significantly changes the hematological values of the host (Keçeci et al., 2004; Kilpinen et al., 2005; Konyalı, 2016) and at high infestations increases the mortality rate (Arkle et al., 2006; Kaoud et al.; 2010).

The female mites lay eggs at ambient temperatures of 5 ° C to 45 ° C, but the optimum conditions for the laying activity are 20 ° C, at a humidity of 70% (Nordenfors et al., 1999). The prevalence of the mite differs greatly according to seasons. In France, it has been reported that *Dermanyssus gallinae* has a higher prevalence throughout the winter; however, in Denmark and Italy, a higher rate of infestation was noted in the late summer (Beugnet et al., 1997; Chauve 1998; Lubac et al., 2003). It is reported that this parasite, which has rarely been observed in the Netherlands in the past and is usually observed in the summer, is now seen throughout the year (Lesna et al., 2009). A study conducted in Sweden reported that mite intensity increased in the summer compared to the winter months (Nordenfors and Höglund, 2000). It was reported in a study conducted in Iran, that there is a significant correlation between regional climatic conditions and mite prevalence, and the prevalence is higher in the spring (Yakhchali et al., 2013). Studies on the prevalence of red mite are mostly performed in Europe. The infestation rates can reach 80–90% of poultry as observed in the United Kingdom (UK), Italy, Serbia, Morocco, Japan, Montenegro, and The Netherlands (Sparagano et al., 2009). Except for the report on wild pigeons (Gıcık, 1999), there is no study on red mite prevalence rates in Turkey. There has been currently a very high consumer demand for backyard or free range eggs in Turkey.

The most important point in effectively fighting with PRM is to determine the intensity of in-house density, the points they cluster and the appropriate time to fight against them. The chemicals used unnecessarily and at the wrong time are important for public health and also cause residual in the food of animal origin. Further, mites develop resistance to the acaricides used, which makes the fight against them harder. Revealing the potential correlation between mite intensity and hen-house conditions would probably contribute to the efforts to determine the clustering habits of mites and thus the points where they cluster inside the hen-house.

In this context, this study aims to determine the correlation between PRM prevalence and the conditions of backyards of chicken houses in Çanakkale, Turkey and to reveal the conditions of hen-houses.

## 2. Material and Methods

### 2.1 Experiment Site

This study was conducted between August 25th – September 30th in a total of 124 villages in 10 districts in Çanakkale. The types examined mostly consisted of small backyard chicken houses. In total, 355 poultry houses were analyzed for the presence of red mites. The conditions of the hen-houses were also examined (Table 1). The districts and villages visited in the region were divided into 5 different locations based on their geographical structure. Figure 1 shows the locations on the map. ‘Location 1’ includes the coastlines of Lapseki, Gelibolu, Eceabat and Center districts. The villages in Biga district situated in the north-east of Çanakkale was named ‘Location 2’. The parts of the region with a high altitude (Çan, Yenice and a part of Bayramiç districts) were called ‘Location 3.’ The lowlands of Ezine and a part of Bayramiç were named as ‘Location 4’. ‘Location 5’ covers the villages in Ayvacık district, which is elongated in the south of Çanakkale and the coastline of Aegean Sea.

### 2.2 Statistical analysis

The prevalence in the hen-houses was classified as observed or unobserved. The effects of the discussed factors were analyzed using GEE procedure based on binomial distribution [26]. The statistical model included the conditions of hen-houses (Table 1), location (5 levels), and applied treatment to control of parasite (Yes - No). The effects were assessed in terms of odds ratio, regression coefficients and standard error of regression coefficients. Odds ratio was defined as the ratio of observation to non-observation of the parasite. Odds ratio was calculated from the equation of  $c = eb$ , where  $c$  is the odds ratio,  $b$  is the regression coefficient and  $e$  is the exponential constant. A Wald chi-square statistic was computed for the contrast for the groups of significant effects.

Table 1. Observed parameters of the hen-houses.  
Çizelge 1. Kümeslerde gözlenen parametreler.

Parameters	Scale			
Ventilation	Good	Poor		
Window	Available	NA		
Floor	Dry	Wet		
Perch	Available	NA		
Height	Short (<0.6 m)	Medium (0.6-1 m)	High (> 1 m)	
Roof Material	Galvanized	Asbertos	Tile	Wood

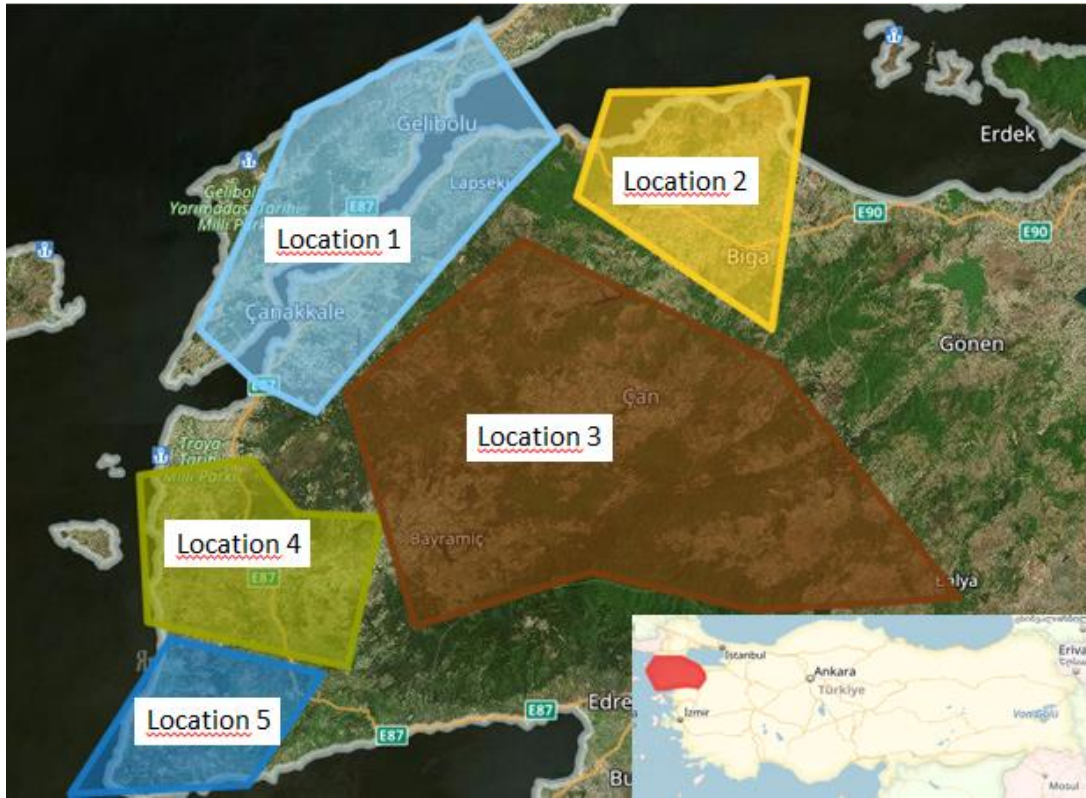


Figure 1. Geographical locations of the villages in which the poultry houses are located.  
Şekil 1. Kümeslerin konumunun coğrafik lokasyonlara göre harita üzerine görünümü.

### 3. Results and Discussion

Table 2. contains descriptive information regarding the physical conditions of examined hen-houses and 36.62% of that hen-houses no had good ventilation conditions. While it is observed that the litter condition is mostly dry (94.37%), similarly, there was a material that can serve as perch or perch in almost all of the houses. It was seen that at least one treatment was treated against diseases and parasites in 84.56% of the hen-houses.

The overall infestation rate of poultry red mites was 72.4% in Çanakkale Province (Figure 2). According to location prevalence, the highest infestation rate was detected in Location 3 (81.3%), which is situated in the higher parts of the region. On the other hand, the lowest prevalence was found in Location 5 (48.57%). Location 1 where is located Dardanelles had 76.36% prevalence.

The results regarding mite density categories by locations is shown in Table 3. Although no mites found in 28.95% of the hen - houses in the 4th location, 34.21% of hen – houses were in high mite density (Table 3). The location with the highest medium mite density level was in the 3rd location and this location had highest prevalence regarding to medium and high levels of density of mites. The 5th location was the location where mite infestation is the least in terms of both intensity and prevalence. No mites observed in more than half of the hen - houses in the Location 5.

Table 2. Descriptive information on physical conditions in observed hen – houses  
 Çizelge 2. İncelenen kümeslerin fiziki koşullarına ilişkin tanımlayıcı bilgiler

<i>Factors</i>	<i>Levels</i>	<i>%</i>
Ventilation	Available	63.38
	NA	36.62
Window	Available	49.86
	NA	50.14
Floor	Wet	5.63
	Dry	94.37
Perch	Available	92.11
	NA	7.89
Height	Short (<0.6 m)	32.11
	Medium (0.6-1 m)	34.65
	High (> 1 m)	33.24
Roof Materials	Asbestos	27.75
	Tile	43.38
	Wood	6.20
	Galvanized	32.68
Treatment	Available	84.56
	NA	15.44

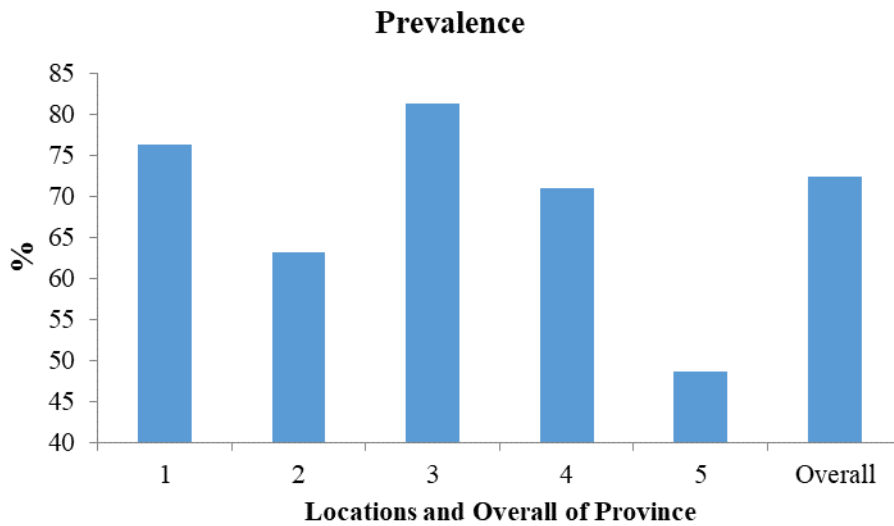


Figure 2. Prevalence of poultry red mites by Location.

Şekil 2. Lokasyona göre kanatlı kırmızı akarı prevalansı.

All the coops in the districts in Çanakkale, except for the islands, were scanned for mites. A total of 355 free-range or backyard coops were analyzed in the study. The number of the villages visited as part of the study corresponds to 33% of the total number of the villages in the city center and districts of Çanakkale. PRM was found in 72.4% of the coops analyzed. According to reports, the prevalence varies between 50% and 100% depending on country (Sparagona et al., 2009). A study reported that red mites were found in 0.84% of 200 wild pigeons collected from 12 centers in the city of Ankara and its surroundings (Gıcık, 1999). It was showed that PRM was one of the parasites detected in 12 coops examining a total of 20 coops in the city of Kars, Turkey (Aldemir, 2004).

Table 3. Percentages of mite density categories by Locations (%)

Çizelge 3. Lokasyonlara göre akar yoğunluk kategorilerine ait yüzdelere.

Location	None	Low	Medium	High
1	23.64	12.73	33.64	30.00
2	36.84	10.53	31.58	21.00
3	18.75	6.25	48.96	26.04
4	28.95	3.95	32.89	34.21
5	51.43	5.71	25.71	17.14
Overall	27.61	8.17	36.62	27.61

The effect of location on prevalence is statistically significant ( $P = 0.0207$ ; Table 4). The infestation rate were 5.37 times higher in Location 3 and 3.19 times higher Location 1, compared to Location 5. Location The effects of ventilation of the hen-houses on prevalence was also found significant; the infestation rate in the better-ventilated hen-houses were 12.18 times higher than that of the poorly-ventilated poultry houses ( $P < 0.0001$ ).

No significant differences were found between windowless and poultry houses with windows ( $P = 0.8039$ ). Although the prevalence was higher in poultry houses with dry floors, the difference was not significant. ( $P = 0.1070$ ). The prevalence in the hen-houses with perches were 4.83 times higher ( $P = 0.0013$ ). The effects of house height were significant on prevalence, and the house heights below 0.6 m have less infestation ( $P = 0.0058$ ). Roofing material significantly affected the prevalence of red mites ( $P = 0.0212$ ). The lowest infestation rate was found in galvanized roofing materials ( $P = 0.0212$ ). Any treatment against mites had no effect on the mite prevalence ( $P = 0.1584$ ).

The prevalence of mites, which shows a seasonal activity like many other types of external parasites, depends on geographical location. In this sense, one of the most critical factors on the prevalence is season. This study was carried out in August and September. Due to its location, Çanakkale has a different climatic structure. There are some regions with dry and very hot summers as well as others with hot and humid or sub-humid summers, receiving light-to-moderate rain. The locations were selected according to these climatological conditions and analyzed. The results showed that the highest rates of infection were in higher regions. These locations were probably more favorable for *Dermanyssus gallinae* in the months studied. In fact, the temperatures in these locations are lower during these months than other locations. The lowest mite prevalence was in the villages, coops in Biga, which is in the north-east of Çanakkale (Location 1) and in the villages in Ayvacık, which forms the southern part of Çanakkale and is on the coast of the Aegean Sea (Location 3). It is known that Location 1 forms the plain part of Biga, where irrigation-based agriculture and paddy breeding are particularly practiced. This probably leads to high proportional humidity in the region. On the other hand, Location 3 is in the south of Çanakkale, with a very dry and hot summer compared to other locations. PRM, which is probably sensitive to high temperature and humidity, disappears in these locations. Although PRM was not found in these locations, the traces of its clusters including its skin residues and feces residues were observed in the splits and cracks inside the hen-houses. The hen-houses visited in these locations were very sultry because of the in-house climate. However, PRM is reported to have a higher prevalence in France throughout the winter while it has a higher infestation rate in Denmark and Italy at the end of the summer (Beugnet et al., 1997; Chauve 1998; Lubac et al., 2003). It is revealed that this parasite, which was rarely seen in the Netherlands in the past and usually during the summer, is now observed all year round (Lesna et al., 2009). Mite prevalence increases in the summer months compared to the winter months in Sweden (Nordenfors and Höglund, 2000). It is known that prevalence is significantly associated with regional climate locations (Yakhchali et al., 2013). It is reported that the seasonal variance in the number of PRM results from a diapause-like state where the winged red mites enter in the absence of a host or when the temperature falls (Nordenfors and Höglund, 2000).

Ventilation has an important effect on optimizing the in-house temperature. Given that the study was performed in summer, ventilation appeared to be even more important. It was observed that the coops without ventilation had a hot and sultry climate. With the ambient temperature rising above 35 °C, it is known that PRM mortality increases and reproduction decreases, and population may be destroyed completely (Tucci et al., 2008). Dehydration may be one of the factors effective in reducing the parasites in relation to temperature (Nordenfors et al., 1999). Within the period when the study was performed, the lowest prevalence was reported in the southern part of Çanakkale, which is a dry location dominated by the extreme heat, and in the overheating plain part. The highest mite prevalence was found in the region with a high altitude and warm and rainy summers. High populations of mites were detected in the hen-houses, which were not properly and regularly cleaned, contaminated with feces, on the condition that the litter was dry (Maurer et al., 1993; Sparagano et al., 2009).

Table 4. Regression coefficients (*b*), standard errors (*SE*), odds ratios ( $\Psi$ ) and *P* - values of factors discussed on red mite prevalence

Çizelge 4. Kanatlı kırmızı akarı üzerinde etkisi irdelenen özelliklere ait regresyon katsayısı, standart hata, Odds oranı ve önem değerleri

Factors	Levels	<i>b</i>	SE	$\Psi$	<i>P</i>
Location	1	1.16	0.65	3.19 <sup>c</sup>	0.0207
	2	-0.16	0.74	0.85 <sup>a</sup>	
	3	1.68	0.68	5.37 <sup>c</sup>	
	4	1.02	0.65	2.77 <sup>bc</sup>	
	5	0.00	0.00	1.00 <sup>b</sup>	
Ventilation	Good	2.50	0.58	12.18	< 0.0001
	Poor	0.00	0.00	1.00	
Window	Available	-0.14	0.56	0.87	0.8039
	NA*	0.00	0.00	1.00	
Floor	Wet	-1.36	0.88	0.26	0.1070
	Dry	0.00	0.00	1.00	
Perch	Available	1.57	0.69	4.83	0.0013
	NA	0.00	0.00	1.00	
Height	Short	0.60	0.56	1.82 <sup>a</sup>	0.0058
	Medium	1.64	0.57	5.14 <sup>b</sup>	
	High	0.00	0.00	1.00 <sup>a</sup>	
Roof Materials	Asbestos	1.12	0.56	3.06 <sup>b</sup>	0.0212
	Tile	1.30	0.48	3.68 <sup>b</sup>	
	Wood	1.47	0.89	4.31 <sup>b</sup>	
	Galvanized	0.00	0.00	1.00 <sup>a</sup>	
Treatment	Yes	0.68	0.48	1.97	0.1584
	No	0.00	0.00	1.00	

\*NA: Non available

The hen-houses with perches showed higher prevalence levels (*P* = 0.0013). The perches provide suitable places for the mites to hide and nest and thus the mites can survive longer in these houses. Further, the parasites stored in the perches can easily reach the host. The houses with a roof height lower than 0.6 m had less infestation. The higher houses had a greater volume, which probably improves the air quality. The roofing material of the poultry houses significantly affected the prevalence of red mites. The lowest infestation rate was detected in the galvanized roofing materials. Galvanized material heats up more than other roofing materials and dissipates the heat into the room below. The poultry houses with galvanized roofs are potentially warmer than the poultry houses with a roof made with other materials. Therefore, the roofing of the houses made with galvanized materials would have less prevalence. As the houses with a wooden roof have better ventilation and these houses are relatively cooler than

other houses, the prevalence of the mites were higher. On the other hand, the materials such as tile and thermite do not heat the inside of the houses as much as the galvanized sheet does.

No statistically important effect of parasite administration on the prevalence was detected ( $P = 0.1584$ ). On the contrary, the probability of incidence of mites was found to be numerically higher in the hen-houses where a parasite administration was performed. The analyses demonstrated that the fight for parasites is unconsciously and uncontrollably carried out. The most remarkable finding was that the breeders do not know the first thing about mites and the fight against them. The incorrect use of pesticides and active substances, incorrect dose, frequency of use and application lead to ineffective fights against mites. Moreover, it is known that mites develop resistance to the chemicals used for fighting against them (Sparagano et al., 2014) and reduce the effectiveness of acaricides used.

#### 4. Conclusion

This first report from Turkey on the prevalence of *Dermanyssus gallinae* in backyards has shown that red mite is a serious problem. In general, it was observed that infestation rate increases with improved coop conditions. The prevalence was better in the higher and well-ventilated hen-houses. It was further found that the probability of incidence of mites was higher in the hen-houses higher than 0.60 m and with better ventilation and roof insulation, regardless of the hygiene of the hen-houses. This points out that having “favorable” conditions in hen-houses for breeding also means having favorable conditions for mite reproduction. Furthermore, the prevalence possibly varied by location, and the parameters discussed are closely related to the hen-houses conditions. It should be noted these results are valid for the period studied and further studies should be performed throughout an entire year. The knowledge on the relation of hen-house conditions to survival during specific abiotic conditions provides useful information for the understanding of their population dynamics.

#### References

- Abd El-Halim, A.S., Allam, K.A., Metwally, A.M., El Boraey, A.M., 2009. Seasonal variation of infestation rate with lice, tick and mite among rodents in certain Egyptian regions. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology* 2009; 39(2):617-24. PMID: 19795768.
- Aldemir, O.S., 2004. Ectoparasites in Chickens in the Province of Kars. *Türkiye Parazitoloji Dergisi* 2004; 28 (3): 154-157.
- Arkle, S., Guy, J.H., Sparagano, O., 2006. Immunological effects and productivity variation of red mite (*Dermanyssus gallinae*) on laying hens- implications for egg production and quality. *World's Poultry Science Journal* 2006; 62 (2): 249-257. doi: <https://doi.org/10.1079/WPS200594>.
- Bakr, M.E., Morsy, T.A., Nassef, N.E., el Meligi, M.A., 1995. Mites infesting commensal rodents in Shebin El Kom, Menoufia G., Egypt. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology* 1995; 25(3):853-9. PMID: 8586878.
- Beugnet, F., Chauve, C., Gauthey, M., Beert, L., 1997. Resistance of the red poultry mite to pyrethroids in France. *Veterinary Record* 1997; 31;140 (22) :577-9. doi: 10.1136/vr.140.22.577. PMID: 9194299.
- Chauve, C., 1998. The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778): current situation and future prospects for control. *Veterinary Parasitology* 1998; 16;79 (3) :239-45. doi: 10.1016/s0304-4017(98)00167-8. PMID: 9823064.
- Circella, E., Pugliese, N., Todisco, G., Cafiero, M.A., Sparagano, O.A., Camarda, A., 2011. Chlamydia psittaci infection in canaries heavily infested by *Dermanyssus gallinae*. *Experimental and Applied Acarology* 2011; 55(4):329-38. doi: 10.1007/s10493-011-9478-9. Epub 2011 Jul 15. PMID: 21761223.
- Duncan, S., 1957. *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) attacking man. *Journal of Parasitology* 1957; 43:637.
- Escobar, C.M.A., Pérez-Lara, E., Garcíalópez, J.C., Arroyo-Ledezma, J., Sánchez-Bernal, E.I., 2014. Parasitic Mites in Backyard Turkeys In Oaxaca's Coast, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 2014; 12: 675 – 679.
- Fletcher, M.G., Axtell, R.C., 1991. Susceptibility of northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Acarina:Macronyssidae), and chicken mite, *Dermanyssus gallinae* (Acarina: Dermanyssidae) to selected acaricides. *Experimental and Applied Acarology* 1991; 13:137–142. doi:10.1007/BF01193664.
- Gıcık, Y., 1999. Ankara ve Çevresinde Yaban Güvercinlerde Ektoparazitler. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 1999; 5 (1): 71-74.
- Haag-Wackernagel, D., 2008. Gesundheitsgefährdungen durch die Straßentaube *Columba livia*: Parasiten. *Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle* 2008; 15:174-188.
- Hoffman, G.V., 1987. Vogelmilben als Lästlinge, Krankheitsserzeuger und Vektoren bei Mensch und Nutztier. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 1987; 95: 7-10.

- Kaoud, H.A., El-Dashan, A.R., 2010. Effect of Red Mite (*Dermanyssus gallinae*) Infestation on the Performance and Immun Response in Broiler Breeder Flocks. *Journal of American Science* 2010; 6 (8) : 72-79.
- Keçeci, T., Handemir, E., Orhan, G., 2004. *Dermanyssus gallinae* infestasyonunun horozların bazı hematolojik değerleri ve canlı ağırlıkları üzerine etkisi. *Türkiye Parazitoloji Dergisi* 2004; 28 (4) : 192 – 196.
- Kilpinen, O., Roepstorff, A., Permin, A., Nørgaard-Nielsen, G., Lawson, L.G., Simonsen, H.B., 2005. Influence of *Dermanyssus gallinae* and *Ascaridia galli* infections on behaviour and health of laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *British Poultry Science* 2005; Feb;46 (1) :26-34. doi: 10.1080/00071660400023839. PMID: 15835249.
- Konyalı, C., Erdem, H., Eralp, E., Savaş, T., 2018. Inseparable Duo: *Dermanyssus gallinae* and Its Birds. *Scientia Parasitologica* 2018; 19: Special issue, 48-48.
- Lesna, I., Wolfs, P., Faraji, F., Roy, L., Komdeur, J. Sabelis, M.W., 2009. Candidate predators for biological control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. *Experimental and Applied Acarology* 2009; 48 (1-2):63-80. doi: 10.1007/s10493-009-9239-1. Epub 2009 Jan 30. PMID: 19184469.
- Lubac, S., Dernburg, A., Bon, G., Chauve, C., Zenner, L., 2003. Problématique Et Pratiques D'élevages En Poules Pondeuses Dans Le Sud Est De La France Contre Les Nuisibles: Poux Rouges Et Mouches. In: ITAVI, INRA, AFSSA (eds) 5emes journées de la recherche avicole 2003; pp 101–104.
- Maurer, V., Baumgärtner, J., 1992. Temperature influence on life table statistics of the chicken mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Experimental and Applied Acarology* 1992; 15(1):27-40. doi: 10.1007/BF01193965. PMID: 1511637.
- Maurer, V., Fösch, D.W., Baumgärtner, J., 1993. Untersuchung der Populationsdynamik der Roten Vogelmilbe im Hinblick auf die Entwicklung von nachhaltigen Bekämpfungsmethoden. *Landwirtschaft Schweiz* 1993; 6:475-480.
- McGarry, J.W., Trees, A.J., 1991. Trap perches to assess the activity of pyrethrins against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* in cage birds. *Experimental and Applied Acarology* 1991; 12(1-2):1-7. doi: 10.1007/BF01204395. PMID: 1748030.
- Nordenfors, H., Höglund, J., Uggla, A., 1999. Effects of temperature and humidity on oviposition, molting, and longevity of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Journal of Medical Entomology* 1999; 36 (1) :68-72. doi: 10.1093/jmedent/36.1.68. PMID: 10071495.
- Nordenfors, H., Höglund, J., 2000. Long term dynamics of *Dermanyssus gallinae* in relation to mite control measures in aviary systems for layers. *British Poultry Science* 2000; 41 (5):533-40. doi: 10.1080/713654991. PMID: 11201430.
- SAS Institute Inc., 2002. User's Guide. Version 6.07, Cary, NC, USA.
- Sikes, R.K., Chamberlain, R.W., 1954. Laboratory observations on three species of bird mites. *Journal of Parasitology* 1954; 40(6): 691-7. PMID: 13212549.
- Sparagano, O., Pavličević, A., Murano, T., Camarda, A., Sahibi, H., Kilpinen, O., Mul, M., Van Emous, R., Sparagano, O.A., George, D.R., Harrington, D.W., Giangaspero, A., 2014. Significance and control of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Annual Review of Entomology* 2014; 59:447-66. doi: 10.1146/annurev-ento-011613-162101. PMID: 24397522.
- Tucci, E.C., Prado, A.P., Araújo, R.P., 2008. Development of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) at different temperatures. *Veterinary Parasitology* 2008; 1;155(1-2):127-32. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.04.005.
- Yakhchali, M., Rasouli, S., Alborzi, E., 2013. Prevalence and body distribution of the poultry red mite in layer farms from Markazi province of Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research* 2013; 14 (1), 72-74. doi: 10.22099/ijvr.2013.1394.