

Uluslararası Hakemli Dergi
International Peer Reviewed Journal

e-ISSN: 2149-8245



Yıl/Year: 2021

Cilt/Volume: 7

Sayı/Issue: 2

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY FACULTY OF AGRICULTURE

ULUSLARARASI TARIM VE YABAN HAYATI BİLİMLERİ DERGİSİ

**INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE
AND WILDLIFE SCIENCE**

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURE

ULUSLARARASI TARIM VE YABAN HAYATI
BİLİMLERİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURAL AND
WILDLIFE SCIENCES

Cilt	7	Sayı	2	2021
Volume		Issue		

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi	International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences
Dergi web sayfası: http://dergipark.org.tr/ijaws	Journal homepage: http://dergipark.org.tr/ijaws

Baş Editör

Editor-in-Chief

Doç. Dr. Hakan KİBAR, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Konu Editörleri

Subject Editors

Prof. Dr. Todd WEHNER, North Carolina State University
Prof. Dr. José Eduardo Brasil Pereira PINTO, Federal University of Lavras
Prof. Dr. Handan ESER, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Prof. Dr. Halil KÜTÜK, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa SÜRMEK, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Doç. Dr. Yusuf ARSLAN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. İhsan CANAN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Beyhan KİBAR, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Cihangir KİRAZLI, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Nezih OKUR, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Göksel ÖZER, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Ahmet ÖZTÜRK, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Doç. Dr. Ferit SÖNMEZ, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin SAUK, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Dr. Esin HAZNECİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Dil Editörü

Language Editor

Doç. Dr. B. Buhara YÜCESAN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Teknik Editörler

Technical Editors

Araş. Gör. Orkun EMİRALIOĞLU, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Araş. Gör. Abdurrahman Sami KOCA, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Araş. Gör. Mehmet Zahit YEKEN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Danışma Kurulu

Advisory Board

Prof. Dr. Maria Luisa BADENES, Valencian Institute for Agricultural Research
Prof. Dr. Wolfgang KREIS, Friedrich Alexander University
Prof. Dr. Halil KÜTÜK, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER, Oregon State University
Prof. Dr. Anita SOLAR, University of Ljubljana
Prof. Dr. Petru TOMITA, State Agrarian University of Moldova
Assoc. Prof. Dr. Sergey KARA, Komrat Devlet Universiteti
Assoc. Prof. Dr. Iurie MELNIC, State Agrarian University of Moldova
Assoc. Prof. Dr. Frieder MULLER, Friedrich Alexander University
Doç. Dr. İlker KILIÇ, Bursa Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr. Süleyman TEMEL, Iğdır Üniversitesi

Ürün Bilgisi (Product Information)

Yayıncı
Publisher

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Bolu Abant Izzet Baysal University

Sahibi (BAİBÜZF Adına)
Owner (On Behalf of BAIBUZF)

Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ, Dekan (Dean)

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Editor-in-Chief

Doç. Dr. Hakan KİBAR

Teknik Editörler
Technical Editors

Araş. Gör. Orkun EMİRALİOĞLU
Araş. Gör. Abdurrahman Sami KOCA
Araş. Gör. Mehmet Zahit YEKEN

Yayın Dili
Language

Türkçe, İngilizce
Turkish, English

Yayın Aralığı
Frequency

Yılda üç kez yayınlanır
Published three times a year

Yayın Türü
Type of Publication

Hakemli yaygın süreli yayın
Double-blind peer-reviewed

Dergi ISSN
Journal ISSN

2149-8245 (Online)

Dergi Yönetim Adresi

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri
Dergisi
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
14280, Bolu-TÜRKİYE

Journal Management Address

International Journal of Agricultural
and Wildlife Sciences
Bolu Abant Izzet Baysal University
Faculty of Agriculture
14280, Bolu-TURKEY

Telefon: +90 374 2534345

Faks: +90 374 2534346

E-posta: ijawseditor@ibu.edu.tr

Telephone: +90 374 2534345

Fax: +90 374 2534346

E-mail: ijawseditor@ibu.edu.tr

Tarandığı İndeksler

Indexed



İÇİNDEKİLER-CONTENTS

Bahçe Bitkileri/Horticultural Sciences

Pomza Kullanımının Muz Yetiştiriciliğinde Morfolojik Özellikler, Verim ve Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri

The Effects of Pumice on the Morphological Characteristics, Yield and Some Quality Parameters of Banana in Cultivation

Recep BALKIÇ, Mehmet TORUN, Gizem DEMİRKAPLAN, Hamide GÜBBÜK 182 - 188

Fındıkta Bitki Besin Elementleri ile Verim ve Meyve Özellikleri Arasındaki İlişki

Relationship Between Plant Nutrient Elements and Yield and Nut Characteristics in Hazelnut

Hüseyin İrfan BALIK, Selda KAYALAK BALIK, Ömür DUYAR 189 - 199

The Effect of Aminoethoxyvinylglycine (AVG) on Pre-harvest Fruit Drop and Fruit Quality in Red Chief and Braeburn Apple Cultivars

Aminoethoxyvinylglycine (AVG) Uygulamasının Red Chief ve Braeburn Elma Çeşitlerinde Hasatönü Meyve Dökümü ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Emine KÜÇÜKER, Erdal AĞLAR 200 - 209

Torba ve Blok Pres Yetiştirme Sistemlerinin *Agaricus bisporus* Mantarının Verim ve Morfolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

The Effect of Bag and Block Press Growing Systems on Yield and Morphological Properties of *Agaricus bisporus* Mushroom

Erkan EREN, Mehmet ÇETİN, Aysun PEKŞEN 210 - 216

Determination of Freezing Points of Seconder Buds in *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*

Vitis vinifera and *Vitis labrusca*'da Sekonder Tomurcukların Donma Noktalarının Belirlenmesi

Muhammed KÜPE 217 - 221

Bitki Koruma/Plant Protection

Ülkemizde Yetiştirilen Önemli Fasulye Çeşitlerinin Pas (*Uromyces appendiculatus*) ve Adi Yaprak Yanıklığı (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) Hastalıklarına Karşı Dayanıklılık Kaynakları Açısından Değerlendirilmesi

Evaluation for Resistance Sources of Common Bean Cultivars Grown in Turkey to Rust (*Uromyces appendiculatus*) and Common Bacterial Blight (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) Diseases

Gülsüm PALACIOĞLU, Sinem TOMBUL, Harun BAYRAKTAR, Göksel ÖZER 222 - 230

Tarım Ekonomisi/Agricultural Economics

Tokat İli Erbaa İlçesi Tarla Arazilerinde Kapitalizasyon Faiz Oranının Saptanması Üzerine Bir Araştırma

A Research on Capitalization Interest Rate for Agricultural Fields of Erbaa Town of Tokat Province

Melek YÜKSEL, Bilge GÖZENER 231 - 238

Tarımsal Biyoteknoloji/Agricultural Biotechnology

The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Root Growth in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.)

Bitki Gelişimini Teşvik Edici Rizobakterilerin Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Kök Gelişimine Etkisi

Harun BEKTAŞ, Behcet İNAL, Mehmet SONKURT, Fatih ÇİĞ, Yasemin BEKTAŞ 239 - 246

Tarımsal Yapılar ve Sulama/ Agricultural Structural and Irrigation

Bazı Ekonomik Toprak Nem Sensörlerinin Hassasiyetlerinin Belirlenmesi

Determination of the Sensitivity of Some Economical Soil Moisture Sensors

Gökhan ÇAMOĞLU, Ünal KIZIL, Kürşad DEMİREL, Sefa AKSU, Hakan NAR, Levent GENÇ 247 - 254

Broyler Kümeslerinde Çalışan İşçilerin Amonyak Maruziyetlerinin Belirlenmesi

Determination of Ammonia Exposures of Workers Working in Broiler Houses

İlker KILIÇ 255 - 263

Tarla Bitkileri/Field Crops

Effect of Different Organic Manures Application on the Bioactive Compound and Yield of Taşköprü Garlic (*Allium sativum* L.) under 50% Drought

Farklı Organik Gübre Uygulamalarının %50 Kurak Stresi Altındaki Taşköprü Sarımsağının (*Allium sativum*) Biyoaktif bileşenleri ve Verim Üzerine Etkileri

Nezahat TURFAN 264 - 275

Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Kişniş (*Coriandrum sativum* var. *microcarpum* DC.) için Uygun Ekim Zamanı ve Ekim Normunun Belirlenmesi

Determination of Sowing Date and Norm for Coriander (*Coriandrum sativum* var. *microcarpum* DC.) in Diyarbakır Ecological Conditions

Fethullah TEKİN, Tamer ERYİĞİT, Murat TUNÇTÜRK 276 - 285

Samsun Ekolojik Koşullarında Bazı Patates Çeşitlerinin Yumru Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Tuber Yield and Quality Properties of Some Potato Varieties in The Ecological Conditions of Samsun

Melek ÖZDEMİR, Şahane Funda ARSLANOĞLU 286 - 296

Tuz Stresinin Börülcede Bazı Fizyolojik Özellikler ve Mineral Madde Oranlarına Etkisi

The Effect of Salt Stress on Some Physiological Properties and Mineral Ratios in Cowpea

Özlem ÖNAL AŞCI, Mualla ALTUN, Yeliz KAŞKO ARICI 297 - 305

Ağrı-Eleşkirt Koşullarında Yazlık Olarak Farklı Zamanlarda Ekilen Yem Bezelyesi Çeşitlerinin Ot Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Herbage Yield and Some Quality Characteristics of Forage Pea Varieties Sown at Different Times as Summer in Ağrı-Eleşkirt Conditions

Süleyman TEMEL, Emrah YAZICI 306 - 314

Geç Olum Süresine Sahip Bazı Tatlı Sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Genotiplerinin Biyokütle Verimi ve Yem Kalitesinin Belirlenmesi

Determination of Biomass yield and Forage Quality of Some Late Maturated Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Genotypes

Abdullah ÖKTEM, Ayşe GÜLGÜN ÖKTEM, Dicle DEMİR 315 - 325

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme/Soil Science and Plant Nutrition

Using Different Regression Tree Algorithms to Predict Soil Organic Matter with Digital Color Parameters in Soil Profile Wall

Toprak Profil Duvarında Farklı Regresyon Ağacı Algoritmaları Kullanılarak Sayısal Renk Parametreleri ile Organik Maddenin Tahmin Edilmesi

Gafur GÖZÜKARA, Yasin ALTAY 326 - 336

Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi/Wildlife Ecology and Management

Unusual Winter Activity Observations of Two Newt Species (*Ommatotriton ophryticus* & *Triturus ivanbureschi*) from the Anatolian Peninsula

Anadolu Yarımadası'ndan İki Semender Türünün (*Ommatotriton ophryticus* & *Triturus ivanbureschi*)

Olağandışı Kış Aktivitesi Gözlemleri

Muammer KURNAZ, Mehmet Kürşat ŞAHİN 337 - 342

Düzeltilme/Erratum

Pelemir (*Cephalaria syriaca* L.) Bitkisinin Bazı Bitkisel Özelliklerinin ve Tohum Yağı Kompozisyonlarının Belirlenmesi

Determination of Some Plant Traits and Seed Oil Compositions of *Cephalaria syriaca* L.

İlhan SUBAŞI, Yusuf ARSLAN, Oğuzhan AYDIN, Faheem Shehzad BALOCH, Mahmut ÇAMLICA,

Vahdettin ÇİFTÇİ 343 - 343



Araştırma Makalesi

Pomza Kullanımının Muz Yetiştiriciliğinde Morfolojik Özellikler, Verim ve Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri

Recep Balkıç¹ , Mehmet Torun² , Gizem Demirkaplan³ , Hamide Gübbük^{3*} 

¹Akdeniz Üniversitesi, Elmalı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Antalya

²Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

³Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

Geliş tarihi (Received): 06.01.2021

Kabul tarihi (Accepted): 15.06.2021

Anahtar kelimeler:

Muz, pomza, şeker, verim, kalite

Özet. Türkiye’de muz yetiştiriciliğinde üretim maliyetini arttıran en önemli unsurlardan birisi çiftlik gübresi kullanımıdır. Çiftlik gübresi fiyatının yüksek olması yanında, her zaman kalitede standartı yakalamak güçtür. Bu çalışmada, açıkta muz yetiştiriciliğinde pomza taşı kullanımının verim ve kaliteye etkileri incelenmiştir. Araştırmada çeşit olarak Dwarf Cavendish (AAA) çeşidi kullanılmış ve pomza taşının bitki başına 5 kg, 7.5 kg ve 10 kg dozları denenmiştir. Çalışmada, bitki morfolojik özellikleri (gövde çevresi, yaprak sayısı, gövde yüksekliği, hevenk sapı çevresi), meyve gelişme süresi, verim ve verim bileşenleri (tarak ve parmak sayısı, parmak ağırlığı, çevresi ve uzunluğu) ile bazı kalite kriterleri incelenmiştir. Araştırma bulguları, uygulamaların kontrole göre bitki morfolojik özelliklerinden sadece gövde yüksekliği ve hevenk sapı çevresini istatistiksel olarak etkilediğini, verim ve meyve kalite kriterlerinin hepsini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Verim ile doğrudan ilişkili olan tarak sayısı, parmak sayısı, parmak ağırlığı ve hevenk ağırlığı pomza düzeyi arttıkça artış göstermiştir. Hektara verim kontrol uygulamasında 55.84 ton ve 10 kg pomza uygulamasında ise 62.93 ton olarak kaydedilmiştir. Ayrıca pomza uygulamalarının kontrol uygulamasına göre meyve gelişim süresini de kısalttığı tespit edilmiştir. Buna ilave olarak, pomza uygulamaları kalite kriterlerinden sakkaroz miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, açıkta muz yetiştiriciliği yapılan alanlarda pomza kullanımının verim ve kaliteyi kontrole göre arttırdığı belirlenmiştir. İncelenen tüm özellikler ve maliyet dikkate alındığında, açıkta muz yetiştiriciliğinde bitki başına 7.5 kg pomza uygulaması tavsiye edilmiştir.

*Sorumlu yazar

gubbuk@akdeniz.edu.tr

The Effects of Pumice on the Morphological Characteristics, Yield and Some Quality Parameters of Banana in Cultivation

Keywords:

Banana, pumice, sugar content, yield, quality

Abstract. The use of farmyard manure is one of the most important factors that increase the production cost in banana production in Turkey. Besides the high cost of farmyard manure, it is very difficult to obtain the quality as usual. In this study, the effect of pumice on yield and quality was investigated in open-field condition. ‘Dwarf Cavendish’ (AAA) was used as plant material and 5 kg, 7.5 kg and 10 kg pumice per plant were tested. In this research, plant morphological characteristics (pseudostem circumference, leaf number, pseudostem height, bunch stalk circumference) fruit development time, yield and yield components (hand and finger number, finger weight, circumference and length) and some fruit quality criteria took into consideration. It was shown that, the treatments affected statistically only pseudostem height and bunch stalk circumference in morphological criteria, and all the yield and fruit quality criteria positively affected compare to control. Hand number, finger number, finger weight and bunch weight which are directly associated with yield increased as the level of pumice increased. Yield is recorded as 55.84 tons ha⁻¹ in control treatment and 62.93 tons ha⁻¹ in the 10 kg pumice/per plant treatments. In addition, it was shown that pumice treatments shorten the fruit development period compared to the control treatment. Furthermore, it was observed that the pumice treatment resulted in an increase in the amount of sucrose. Finally, the use of pumice increased the yield and quality when compared to the control in open-field banana cultivation. Considering all the properties and costs examined, 7.5 kg of pumice/plant is recommended for open-field banana cultivation.

GİRİŞ

Muz, dünyada yaygın olarak ekvatorun 20° kuzey ve güney enlemleri arasında kalan tropik iklim kuşağında yetiştirilmektedir. Ülkemizde ise muz yetiştiriciliği enlem derecesi olarak subtropik iklim kuşağının bile dışında kalmasına rağmen, ticari anlamda yetiştiriciliği lokasyon olarak her geçen gün genişlemektedir (Balkıç ve ark., 2018). Zira ülkemizde muz yetiştiriciliği son iki üç yıl öncesine kadar sadece Akdeniz Bölgesi'nin Antalya ve Mersin illerinin bazı mikroklima alanlarında yaygın olarak yapılmaktaydı. Günümüzde ise Akdeniz Bölgesi'nde Antalya ve Mersin illerinde lokasyon olarak genişlemeler olmuş ve ayrıca anılan bölgede il olarak Hatay ve Adana'da son yıllarda örtüaltı yetiştiriciliği yaygınlaşmaya başlamıştır. Muz yetiştiriciliği Ege Bölgesi'ne de genişlemiş ve bu bölgede Muğla, İzmir, Manisa ve Aydın illerinin bazı ilçelerinde örtüaltı muz yetiştiriciliği ile ilgili girişimler hala devam etmektedir. Toplam üretim alanımız ve üretimimiz her geçen gün artış göstermekte olup, 2019 yılında muz üretim alanımız 8.500 ha ve üretimimiz ise 540.000 tonun üzerine çıkmıştır (TÜİK, 2019). Bununla birlikte, hala tüketimimizin bir kısmı ithalatla karşılanmaktadır. Üretim alanı ve üretimdeki artış bu şekilde devam ettiği sürece, toplam muz üretimimiz kendi ihtiyacımızı karşılayabilecek ve hatta önümüzdeki yıllarda muzun ihracatı bile gündeme gelebilecektir.

Muzda verim ve kalite, başta yetiştirme sistemi olmak üzere, çeşit ve kültürel uygulamalardan (sulama, gübreleme, yavru bitki ayarlama, malçlama, yabancı ot kontrolü, hastalık ve zararlılar ile mücadele vb. faktörler) etkilenmektedir. Kültürel uygulamalar arasında toprak işleme ve gübreleme en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Ülkemiz muz yetiştiriciliğinde üretim maliyetini arttıran en önemli faktörlerden birisi hiç kuşkusuz çiftlik gübresi kullanımınıdır (Öten ve ark., 2016). Ayrıca bazı lokasyonlarda organik maddenin çok düşük olması, topraklarımızın aşırı kireçli olması ve toprak pH'sının yüksekliği önemli bir sorun olarak gözükmektedir. Sürdürülebilir yetiştiriciliğe önem veren ülkelerin çoğunda, toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve toprağın su tutma kapasitesini artıran pomza, tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır. Pomza, tuttuğu suyu ve nemi, içinde bulunduğu ortama göre ayarlayabilmesi ve ucuz olması nedeniyle bitkiler için önemli bir hammadde durumundadır (Gunnlaugsson ve Adalsteinsson, 1995; Özkan ve Tuncer, 2001). Pomza ile ilgili çalışmalar özellikle topraksız tarım üzerine yoğunlaşmaktadır. Muzda çalışma olmamakla birlikte, bu konuda toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve yetiştiricilikte kullanımına yönelik yapılan bazı çalışmalara aşağıda yer verilmiştir.

Turhan ve Sevgican (1999), perlit, pomza, ince talaş ve öğütülmüş çam kabuğu ile bunların kombinasyonunun saksıda marul yetiştiriciliği üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, verim ve kalite parametreleri bakımından en iyi sonucun pomza ortamından alındığını vurgulamışlardır. Sahin ve ark. (2006), toprağa eklenen pomzanın toprağın fiziksel özelliklerine olan etkisini incelemişlerdir. Farklı oranlarda ve çapta toprağa eklenen pomzanın kontrol uygulamasına göre toprak fiziksel özelliklerini ve su tutma kapasitesini arttırdığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar farklı bir çalışmada 2 farklı çaptaki pomzayı (2-4 mm ve 4-8 mm) toprağa %15, %30 ve %45 oranında karıştırarak çilek bitkisinin gelişimine olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmada yaprak sayısı, yaprak alanı, en uzun kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlıklarını incelemişlerdir. Araştırma bulguları toprağa %45 oranında eklenen pomzanın (4-8 mm) incelenen parametrelerin hepsinde en yüksek orana sahip olduğunu göstermektedir (Sahin ve ark., 2005). Tangolar ve ark. (2019), bağ toprağına uygulanan organik materyallerin verim, kalite ve besin elementlerinin alınımına etkisini incelemişlerdir. Çalışmada kontrol dışında beş farklı organik materyal ile bunların karışımlarını (pomza, kuru kompost, budama odunu artığı + çiftlik gübresi kompostu, saman + çiftlik gübresi kompostu, bazaltik pomza + kuru kompost, bazaltik pomza + saman + çiftlik gübresi kompostu ve bazaltik pomza + budama odunu artığı + çiftlik gübresi kompostu) kullanmışlardır. Çalışmanın birinci yılında en yüksek verim ve salkım ağırlığı saman + çiftlik gübresi kompostu uygulamasından, ikinci yılda ise pomza uygulamasından alındığını bildirilmişlerdir. Ayrıca iki deneme yılında da en yüksek fosfor ve potasyum değerlerinin pomza uygulamasından elde edildiği vurgulanmıştır. Tür ve çalışma farklı olmakla beraber Perez-Urrestarazu ve ark. (2019), dikey bahçeler üzerine yürüttükleri çalışmada farklı yetiştirme ortamlarının (kil, perlit ve pomza) arapsaçı ve barış çiçeği bitkilerinin gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda pomzanın diğer uygulamalara göre bitkilerin biyokütlesini arttırdığını bildirilmiştir.

Günümüzde su sıkıntısı yaşayan İsrail, Kuveyt, Suudi Arabistan gibi ülkeler pomzayı çeşitli tekniklerle tarımda kullanarak sulama suyunun buharlaşmasını engellemeye çalışmaktadırlar (Özkan ve Tuncer, 2001). Yapılan araştırmalar toprağa karıştırılan pomzanın toprak özelliklerini olumlu yönde etkileyerek yetiştirilen bitkilerin de daha kaliteli ve verimli olduğunu göstermektedir (Şahin ve ark., 2005; Tunçez, 2007; Dündar, 2009; Kadioğlu ve Canbolat, 2019).

Toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve su tutma kapasitesine katkı sağlayacağı düşünülen pomzanın muz yetiştiriciliğinde kullanımı ile ilgili bir literatüre rastlanmamaktadır. Planlanan bu çalışmada, değişik oranlarda pomza kullanımının verim ve kaliteye olan etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma 2018 -2019 yılları arasında, açıkta muz yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Antalya'nın Gazipaşa ilçesinin Yakacak beldesinde yürütülmüştür. Araştırmada çeşit olarak 'Dwarf Cavendish' muz çeşidi kullanılmıştır. Bitkiler damla sulama sistemi ile sulanmış ve gübreleme Gübbük ve ark. (2010)'a göre rutin olarak yapılmıştır. Çalışmada 0.4 mm çapında koyu renkli pomzanın değişik düzeyleri (5, 7.5 ve 10 kg bitki⁻¹) toprağa karıştırılarak uygulanmıştır. Pomza toprağa karıştırıldıktan sonra kontrol uygulaması dahil, toprak yüzeyine şeffaf plastik malç çekilmiştir. Uygulamaların, bitki morfolojik özellikleri (gövde çevresi, yaprak sayısı, gövde yüksekliği, hevenk sapı çevresi), meyve gelişme süresi, verim ve verim bileşenleri (tarak sayısı, parmak sayısı, parmak ağırlığı, parmak çevresi ve parmak uzunluğu) üzerine etkileri, Gübbük ve ark. (2010)'a göre incelenmiştir. Derim, parmaklarda köşelliliğin 2/3 oranında kaybolduğu zaman yapılmıştır. Derimi yapılan meyveler 16°C sıcaklık ve %90 oransal nemde 24 saat süreyle, 1000 ppm etilen gazı uygulanarak olgunlaştırılmıştır. Etilen uygulamasından sonra olgunlaşma periyodunda meyve kabuk rengindeki değişimler Minolta marka (CR 200, Minolta, Ramsey, NJ, USA) renk ölçme aleti ile L*, a* ve b* değerleri cinsinden belirlenmiş ve kroma (C) ile hue (h°) renk değerleri de aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (1, 2).

$$C = (a^2 + b^2) \quad (1)$$

$$h^\circ: \tan^{-1} (b/a) \quad (2)$$

Parmak ağırlığı, meyve kabuk kalınlığı, meyve eti sertliği, kabuk oranı ve SÇKM düzeyi ile kabuk rengi değişimi (C ve h°) olgunlaşmanın 6 no'lu aşamasında belirlenmiştir (Kader, 2002). Şeker analizi için muz örneklerinin ekstraksiyonu Emaga ve ark. (2007) göre uygulanan yöntemin modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 3 g örnek 20 mL saf suda içerisinde 22000 rpm'de 5 dakika süreyle ultraturax (Ultraturax T25, IKA Labortechnik, Staufen, Germany) yardımıyla homojenize edilmiş, ardından karışım su banyosunda 60 °C'de 150 devir dakika⁻¹'da 1 saat süreyle infüze edilmiştir. Elde edilen karışım kayıpsız olarak santrifüj tüpüne aktarılmış ve 2790 g'de 25 °C'de 30 dakika süreyle santrifüj cihazında ayırım yapılmıştır. Üst kısımdan 1 mL alınarak üzerine 4 mL saf su eklenmiş olan seyreltilmiş örnekler 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden geçirilerek viallere aktarıldıktan sonra HPLC'ye enjekte edilmiştir. Analizde; Shimadzu marka HPLC cihazı (LC 20 AD), Carbosep Corogel-87P (300 x 6,5 mm, ID) kolon ve refraktif indeks dedektör (RID) kullanılmıştır. Kolon fırını sıcaklığı 85 °C'ye, dedektör hücre sıcaklığı da 60 °C'ye ayarlanarak çalışma yapılmıştır. Hareketli faz olarak HPLC saflıkta su kullanılmış olup akış hızı 0,6 mL dk⁻¹ ve örnek enjeksiyon hacmi de 20 µl olacak şekilde ayarlanmıştır. Sakkaroz (Sigma Aldrich, USA), glikoz (Sigma Aldrich, USA) ve fruktoz (Sigma Aldrich, USA) bileşenlerinin farklı konsantrasyonlardaki standart çözeltileri hazırlanarak standart eğrileri oluşturulmuş ve bu eğriler miktar tayini için kullanılmıştır (Hacıoğlu, 2017).

Araştırma 3 yinelemeli ve her yinelemede, bitkisel özelliklere ilişkin ölçüm ve gözlemlerde 10 bitki, pomolojik özelliklere ilişkin çalışmalarda ise 10 meyve kullanılmıştır. Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmış ve ortalamaların karşılaştırılmasında ise LSD testi (%5) kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Açıkta muz yetiştiriciliğinde, değişik pomza düzeylerinin bitki morfolojik özellikleri üzerine etkileri Çizelge 1.'de verilmiştir. Bu çizelgeden, uygulamaların gövde çevresi ve aktif yaprak sayısını istatistiksel olarak etkilemediği, buna karşın gövde yüksekliği ve hevenk sapı çevresini ise etkilediği görülmektedir. Uygulamalara göre değişmekle birlikte, ortalama gövde çevresi 77 cm ile 80 cm ve aktif yaprak sayısı ise 8-9 adet arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 1. Farklı pomza düzeylerinin açıkta muz yetiştiriciliğinde gövde çevresi, gövde yüksekliği, aktif yaprak sayısı ve hevenk sapı çevresi üzerine etkileri.

Table 1. Effects of different pumice levels on pseudostem circumference, pseudostem height, active leaf number and bunch stalk circumference in open-field banana cultivation.

Uygulamalar	Gövde çevresi (cm)	Gövde yüksekliği(m)	Aktif yaprak sayısı (adet)	Hevenk sapı çevresi (cm)
Kontrol	77.50	2.15 c	9.17	25.06 b
5 kg Pomza	79.50	2.16 bc	8.83	25.05 b
7.5 kg Pomza	79.94	2.23 a	9.00	25.36 ab
10 kg Pomza	77.17	2.20 b	9.00	26.06 a
LSD _{%5}	Ö.D.*	0.035	Ö.D.	0.710

*Ö.D.: önemli değil.

İstatistiksel olarak farklılık yaratan gövde yüksekliği, en düşük kontrol uygulamasında saptanmış ve bunu bitki başına 5 kg pomza uygulaması izlemiştir. En yüksek gövde yüksekliği 2.23 m ile 7.5 kg pomza uygulamasında kaydedilmiştir. Hevenk sapı çevresi bakımından istatistiksel olarak iki ana grup ve bir ara grup oluşmuştur. En yüksek hevenk sapı değeri 10 kg pomza uygulamasında saptanmış ve bunu 25.36 cm ile 7.5 kg pomza uygulaması izlemiştir.

Farklı düzeylerde pomza uygulaması ile, tarak sayısı, parmak sayısı, hevenk ağırlığı ve hektara verim ile meyve gelişme süresi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Muzda tarak sayısı, parmak sayısı ve hevenk ağırlığı, hektara verim üzerine direkt olarak yansımaktadır. Tarak sayısı uygulamalara göre değişmekle birlikte 11.03 adet ile 11.85 adet arasında kaydedilmiş ve en düşük kontrol uygulamasında saptanmıştır. Tarak sayısındaki artış, parmak ve hevenk ağırlığı üzerine de olumlu yönde yansımıştır. Bununla birlikte bitki başına 7.5 ve 10 kg olarak yapılan uygulamalar hevenk ağırlığı bakımından aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır. Hektara verim değerleri 56 ve 63 ton (5.5 ve 6.3 ton dekar⁻¹) arasında değişim göstermiştir. En kısa meyve gelişme süresi 135 gün ile bitki başına 10 kg pomza taşı uygulamasında ve en uzun ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 2. Farklı pomza düzeylerinin açıkta muz yetiştiriciliğinde tarak sayısı, parmak sayısı, hevenk ağırlığı ve meyve gelişme süresi üzerine etkileri.

Table 2. Effects of different pumice levels on hand number, finger number, bunch weight, yield and fruit development period in open-field banana cultivation.

Uygulamalar	Tarak sayısı (adet)	Parmak sayısı (adet)	Hevenk ağırlığı (kg)	Hektara verim (ton)	Meyve gelişme süresi (gün)
Kontrol	11.03 d	218.60 d	34.65 c	55.84 d	143.80 a
5 kg Pomza	11.51 c	230.16 c	36.30 b	58.20 c	137.70 b
7.5 kg Pomza	11.67 b	250.55 b	38.82 a	62.11 b	137.53 b
10 kg Pomza	11.85 a	257.65 a	39.33 a	62.93 a	134.63 c
LSD _{%5}	0.070	4.478	0.585	0.112	2.579

Açıkta muz yetiştiriciliğinde farklı pomza düzeylerinin, derimden sonra (yeşil dönemde) parmak ağırlığı, parmak çevresi ve parmak uzunluğu üzerine etkileri Çizelge 3.'de verilmiştir. Bu kapsamda, incelenen tüm kriterler üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük ortalama parmak ağırlığı 128 g ile kontrol ve en yüksek ise 153 g ile 10 kg pomza uygulamasında kaydedilmiştir. Benzer şekilde, parmak çevresi değeri de kontrol uygulamasında en düşük ve 10 kg pomza uygulamasında ise en yüksek kaydedilmiştir. Kontrol dahil tüm uygulamalarda parmak uzunluğu 20 cm'nin üzerinde saptanmış ve en yüksek parmak uzunluğu 10 kg pomza taşı uygulamasında kaydedilmiştir.

Çizelge 3. Farklı pomza düzeylerinin açıkta muz yetiştiriciliğinde parmak ağırlığı, parmak çevresi ve parmak uzunluğu üzerine etkileri.

Table 3. Effects of different pumice levels on finger weight, finger circumference and finger length in open-field banana cultivation.

Uygulamalar	Parmak ağırlığı (g)	Parmak çevresi (cm)	Parmak uzunluğu (cm)
Kontrol	128.08 d	11.82 c	20.40 d
5 kg Pomza	136.61 c	12.16 b	20.57 c
7.5 kg Pomza	146.59 b	12.30 b	20.84 b
10 kg Pomza	152.99 a	12.54 a	21.94 a
LSD _{%5}	1.057	0.161	0.063

Farklı düzeyde pomza uygulamalarının, olgunlaştırmadan sonra parmak ağırlığı, meyve kabuk kalınlığı, kabuk oranı ve SÇKM oranı üzerine etkileri Çizelge 4.'te görülmüştür. Bu çizelgeden, SÇKM dışında incelenen tüm kriterler üzerine uygulamaların etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Olgunlaştırmadan sonra parmak ağırlığı değerlerinde tüm uygulamalarda düşüşler kaydedilmiştir. Parmak ağırlığı uygulamalara göre değişmekle birlikte ortalama 121 g ile 140 g arasında değişim göstermiştir. Uygulamalar, kabuk kalınlığını arttırmış ve en ince kabuk kalınlığı kontrol uygulamasında kaydedilmiştir. Benzer şekilde, kabuk oranı da uygulamalara göre değişim göstermiş ve %35 ile %36 arasında kaydedilmiştir. SÇKM oranı ise ortalama %20 ile %21 arasında kaydedilmiştir. Açıkta muz yetiştiriciliğinde, farklı pomza düzeylerinin C* ve h° değerleri üzerine etkileri Çizelge 5.'te verilmiştir. Bu çizelgeden, uygulamaların rengin parlaklığını ifade eden C* değerini istatistiksel olarak etkilemediği, buna karşın rengin sarılığını ifade eden h° açısı değerini ise etkilediği görülmektedir.

Çizelge 4. Farklı pomza düzeylerinin açıkta muz yetiştiriciliğinde olgunlaştırmadan sonra parmak ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk oranı ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) üzerine etkileri.

Table 4. Effects of different pumice levels on finger weight, peel thickness, peel ratio and total soluble solid (TSS) after ripening in open-field banana cultivation.

Uygulamalar	Parmak ağırlığı (g)	Kabuk kalınlığı (mm)	Kabuk oranı (%)	SÇKM (%)
Kontrol	121.48 c	1.39 c	35.04 b	20.35
5 kg Pomza	131.38 b	1.55 b	36.00 a	19.80
7.5 kg Pomza	139.96 a	2.30 a	36.03 a	19.93
10 kg Pomza	140.01 a	2.31 a	35.09 b	20.90
LSD _{5%}	0.501	0.021	0.200	Ö.D.*

*Ö.D.: önemli değil.

Uygulamalara göre değişmekle birlikte C* değeri 50.26 ile 50.66 ve h° açısı değeri ise 86.40 ile 87.23 arasında değişim göstermiştir. h° açısı değerinin artması sarı rengin koyuluğunu ifade etmektedir. Çizelge 5.'te de açıkça görüldüğü gibi uygulamalar sarı rengin koyuluğunu arttırmıştır.

Çizelge 5. Farklı pomza düzeylerinin açıkta muz yetiştiriciliğinde olgunlaştırmadan sonra meyve kabuk renginin C* ve h° açısı değerleri üzerine etkileri.

Table 5. Effects of different pumice levels on C and h° angle values after ripening in open-field banana cultivation.

Uygulamalar	C*	h°
Kontrol	50.61	86.40 b
5 kg Pomza	50.26	87.09 a
7.5 kg Pomza	50.66	87.23 a
10 kg Pomza	50.61	87.04 a
LSD _{5%}	Ö.D.*	0.304

*Ö.D.: önemli değil.

Farklı pomza düzeylerinin yeme olumundaki muzların şeker içeriği üzerine etkisi Çizelge 6.'da verilmiştir. Bu çizelgede de görüldüğü gibi pomza düzeyi arttıkça sakkaroz içeriği artarken, glikoz ve fruktoz miktarlarında düşüş görülmektedir. En yüksek sakkaroz miktarı 10 kg pomza uygulamasında (4.86) saptanırken, en düşük 5 kg pomza (1.21) uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek glikoz ve fruktoz kontrol uygulamasında saptanırken, en düşük 10 kg pomza uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 6. Farklı pomza düzeylerinin açıkta muz yetiştiriciliğinde olgunlaştırmadan sonra meyvede sakkaroz, glikoz ve fruktoz değerleri üzerine etkileri (g 100g⁻¹).

Table 6. Effects of different pumice levels on sucrose, glucose and fructose values in fruit after ripening in open banana cultivation (g 100g⁻¹).

Uygulamalar	Sakkaroz (g 100g ⁻¹)	Glikoz (g 100g ⁻¹)	Fruktoz (g 100g ⁻¹)
Kontrol	1.99 c	5.71 a	6.80 a
5 kg Pomza	1.21 d	5.35 b	6.08 b
7.5 kg Pomza	3.72 b	4.05 c	3.69 c
10 kg Pomza	4.86 a	3.73 d	2.86 d
LSD _{5%}	0.260	0.329	0.509

Açıkta muz yetiştiriciliğinde, toprağa farklı düzeylerde pomza taşının karıştırılması bitki morfolojik özelliklerinden sadece gövde yüksekliği ve hevenk sapı çevresini istatistiksel olarak etkilerken verim ve meyve kalite kriterlerinin hepsini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Perez-Urrestarazu ve ark. (2019)'nın da bildirdiği gibi pomza uygulaması muzda da gövde yüksekliği ve hevenk sapı çevresini artırarak biyokütle artışında etkili olmuştur. Verim kriterlerinden tarak sayısı, parmak sayısı, hevenk ağırlığı ve hektara verim birbiri ile ilişkili olan özelliklerdir. Tangolar ve ark. (2019) yürüttükleri çalışmada pomzanın fosfor ve potasyum alımını artırdığını bildirmişlerdir. Muz, bünyesinde yüksek oranda potasyum içeren bir olup potasyum verim için en etkili elementlerin başında gelmektedir. Pomza taşının belirli düzeylerde toprağa karıştırılarak uygulanması verimi doğru orantılı olarak etkilemiş, pomza taşının uygulama düzeyi arttıkça verim kriterleride artış göstermiştir. Tangolar ve ark. (2019) yürüttükleri çalışma, bu verim artışında pomzanın potasyum alımına olan etkisinden kaynaklandığını destekler niteliktedir. Aynı şekilde meyve kalite kriterlerinde de verim kriterlerinde olduğu gibi pomza düzeyi ile doğru orantılı olarak artış görülmektedir. Sahin ve ark. (2005) toprağa farklı oranlarda

uyguladıkları pomza taşının çilek bitkisinin gelişimine olan etkisini incelemişler ve en yüksek orandaki pomza taşı uygulamasından en iyi sonucu aldıklarını bildirmişlerdir. Tür farklı olmakla birlikte, bizim çalışmamızda da Sahin ve ark. (2005)'nin çalışmasında olduğu gibi artan pomza düzeyleri verimi ve meyve fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Meyve kabuk rengi özellikle tüketici açısından ürünün tercih edilme sebeplerinin başında gelmektedir. Pomza uygulamaları olgunlaştırmadan sonra meyve kabuk rengini kontrole göre pozitif yönde etkilemiş ve meyvenin daha koyu sarı renkte olmasını sağlamıştır. Artan düzeyde pomza uygulamaları, özellikle sakkaroz miktarını arttırmıştır. Bitkilerde verim ve kalitenin toprak özellikleri ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülürse pomza uygulamasının Sahin ve ark. (2005), Tunçez (2007), DüNDAR (2009), Kadioğlu ve Canbolat (2019) ile Tangolar ve ark. (2019)'ın vurguladığı gibi toprak özelliklerini iyileştirerek muzda verim ile kaliteyi olumlu yönde etkilediğini söyleyebiliriz.

SONUÇ

Açıkta muz yetiştiriciliğinde, toprağa farklı düzeylerde pomza taşı uygulaması verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilemiş, pomza düzeyi arttıkça verim ve kalite doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Bununla birlikte, açıkta muz yetiştiriciliğinde maliyet hesabı göz önüne alındığında 7.5 kg pomza taşı uygulaması tavsiye edilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKI BEYANI

Recep Balkıç: Laboratuvar analizlerinin yapılması, verilerin değerlendirilmesi ve istatistiği ile makalenin yazılması.

Mehmet Torun: Laboratuvar analizlerinin yapılması, makalenin yazılması.

Gizem Demirkaplan: Laboratuvar analizlerinin yapılması.

Hamide Gübbük: Çalışmanın planlanması, arazi çalışmalarının yürütülmesi ve makalenin yazılması.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın yürütülmesinde katkı sağlayan Başar Fidancılık şirketine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Balkıç, R., Altinkaya, L., Gübbük, H., & Tozlu, İ. (2018). Subtropik koşullarda muzlarda takipçi bitki seçimine yeni bir yaklaşım. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(3), 193-197.
- DüNDAR, M. A. (2009). *Toprağa karıştırılan farklı irilik ve oranlardaki pomzanın çim bitkisinin sulanmasına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Emaga, T. H., Andrianaivo, R. H., Wathelet, B., Tchango, J. T., & Paquot, M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, 103, 590-600.
- Gunnlaugsson, B., & Adalsteinsson, S. (1995). Pumice as environment friendly substrate a comparison with rockwool. *Acta Horticulturae*, 401, 131-136.
- Gübbük, H., Pekmezci, M., Selli, S., Erkan, M., Kafkas, E., Pinar, H., Güven, D. & Güneş, E. (2010). *Değişik lokasyonlarda açıkta ve örtüaltında yetiştirilen 'Dwarf Cavendish' muz çeşidinde verim, bazı kalite kriterleri ve aroma maddeleri ile meyvelerin derim sonrası özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar*. TÜBİTAK Proje Sonuç Raporu No: 107O156.
- Hacioğlu, A. (2017). *Stevia (Stevia rebaudiana B.) bitkisi ekstraktı kullanılarak enerjisi düşürülmüş yumuşak şeker üretimi*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Kader, A. A. (2002) Postharvest Technology of Horticultural Crop. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, California, USA.
- Kadioğlu, B., & Canbolat, M. Y. (2019). Farklı yetiştirme ortamlarında bazı bakterilerin buğday ve mısır gelişimi üzerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7(2), 139-148.
- Öten, M., Temirkaynak, M., Tokgöz, H., Güven, D., & Gübbük, H. (2016). Bazı tarımsal atık uygulamalarının açıkta muz yetiştiriciliğinde kullanım olanakları. *Derim*, 33(1), 1-13.

- Özkan, Ş. G., & Tuncer, G. (2001). *Pomza madenciliğine genel bir bakış*. 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İzmir.
- Perez-Urrestarazu, L., Fernández-Cañero, R., Campos-Navarro, P., Sousa-Ortega, C., & Egea, G. (2019). Assessment of perlite, expanded clay and pumice as substrates for living walls. *Scientia Horticulturae*, 254, 48-54.
- Sahin, U., Ors, S., Ercisli, S., Anapali, O., & Esitken, A. (2005). Effect of pumice amendment on physical soil properties and strawberry plant growth. *Journal of Central European Agriculture*, 6(3), 361-366.
- Sahin, U., & Anapali, O. (2006). Addition of pumice affects physical properties of soil used for container grown plants. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 71(2), 59-64.
- Tangolar, S., Tangolar, S., Torun A. A., Ada, M., & Aydın, O. (2019). Bağ toprağına uygulanan organik materyallerin verim, kalite ve besin elementleri alınımına etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32,135-140.
- Tunçez, F. D. (2007). *Şeker fabrikası atık çamuru ve pomzanın toprak iyileştirici olarak kullanılması*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Turhan, E., & Sevgican, A. (1999). *Effects of different growing media on greenhouse lettuce grown in soilless culture*. In International Symposium Greenhouse Management for Better Yield & Quality in Mild Winter Climates, Antalya.
- TÜİK. (2019). Bitkisel üretim istatistikleri . <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi: 01 Aralık 2020.



Araştırma Makalesi

Fındıkta Bitki Besin Elementleri ile Verim ve Meyve Özellikleri Arasındaki İlişki

Hüseyin İrfan Balık^{1*}, Selda Kayalak Balık², Ömür Duyar³

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sakarya

²Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Sakarya

³Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Ordu

Geliş tarihi (Received): 03.03.2021

Kabul tarihi (Accepted): 04.05.2021

Anahtar kelimeler:

Corylus avellana L., bitki besleme, meyve kalitesi, korelasyon analizi, regresyon analizi

Özet. Bu çalışmada, fındık bahçelerinin bitki besin elementi içerikleri ile verim ve kalite özellikleri arasındaki ilişki belirlenmiştir. Tombul fındık çeşidinde yürütülen çalışmada tespit edilen bitkilerin yaprak ve meyve örnekleri incelenmiştir. İncelenen bitkilerde verim 274-1523 g bitki⁻¹, meyve ağırlığı 1.67-2.19g, iç ağırlığı 0.90-1.19g, iç oranı %34.9-54.2, sağlam iç oranı %67.7-90.3, kabuk kalınlığı 0.89-1.10mm, çotanaktaki meyve sayısı 2.15-4.38 adet, tam beyazlama oranı %63.5-98.9, çıtlak meyve oranı %0.3-15.3 ve göbek boşluğu 1.70-2.86mm arasında belirlenmiştir. Korelasyon analizi sonucunda, verim ile meyve ağırlığı ($r=0.390^{**}$), kabuk kalınlığı ($r=0.382^{**}$) ve yapraklardaki bor (B) içeriği ($r=0.429^{**}$) arasında ilişkilerin önemli olduğu belirlenmiştir. Meyve ağırlığı ile iç ağırlığı ($r=0.889^{**}$), sağlam iç oranı ($r=0.303^*$), kabuk kalınlığı ($r=0.564^{**}$) ve göbek boşluğu ($r=0.473^{**}$) arasındaki ilişkinin önemli olduğu saptanmıştır. İç ağırlığı ile göbek boşluğu ($r=0.405^{**}$) ve Mn içeriği ($r=-0.349^*$); iç oranı ile sağlam iç oranı ($r=0.432^{**}$); sağlam iç oranı ile kabuk kalınlığı ($r=0.319^*$); göbek boşluğu ile K içeriği ($r=0.342^*$); K içeriği ile B içeriği ($r=0.300^*$) arasındaki ilişkinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Regresyon analizi sonucuna göre verim üzerine B içeriği ile birlikte, meyve ağırlığının pozitif etkisi söz konusu iken, iç ağırlığının negatif etkisi belirlenmiştir. Verime etki eden özellikler dikkate alınarak oluşturulan kümeleme analizi sonucunda bitkilerin 3 gruba ayrıldığı tespit edilmiştir. 1. ve 2. grupta verim, sağlam iç oranı, beyazlama oranı düşük olan bitkiler yer alırken; 3. gruptaki bitkilerde verimin oldukça yüksek olduğu, meyve kalite özelliklerinin 1. ve 2. gruptaki bitkilere nazaran daha iyi ve besin elementlerinden özellikle B bakımından oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir.

*Sorumlu yazar

h.irfanbalik@gmail.com

Relationship Between Plant Nutrient Elements and Yield and Nut Characteristics in Hazelnut

Keywords:

Corylus avellana L., plant nutrition, nut quality, correlation analysis, regression analysis

Abstract. In this study, the relationship between nutritional content and yield and quality of Tombul hazelnut orchards were determined. As a result of analysis, yield 274-1523g plant⁻¹, nut weight 1.67-2.19g, kernel weight 0.90-1.19g, kernel ratio 34.9-54.2%, good kernel 67.7-90.3%, shell thickness 0.89-1.10mm, number of nuts in cluster 2.15-4.38, pellicle removal was determined between 63.5-98.9%, cracked nut between 0.3-15.3% and kernel cavity between 1.70-2.86mm. As a result of the correlation analysis, it was determined that the relationship between yield and nut weight ($r=0.390^{**}$), shell thickness ($r=0.382^{**}$) and B ($r=0.429^{**}$) were found to be significant. The relationship between nut weight and kernel weight ($r=0.889^{**}$), kernel ratio ($r=0.303^*$), shell thickness ($r=0.564^{**}$) and kernel cavity ($r=0.473^{**}$) were found to be significant. Kernel cavity ($r=0.405^{**}$) and Mn ($r=-0.349^*$) with kernel weight; kernel ratio with good kernel ($r=0.432^{**}$); shell thickness with kernel ratio ($r=0.319^*$); K with kernel cavity ($r=0.342^*$); relationship between K and B ($r=0.300^*$) were found to be significant. According to the regression analysis, the positive effect of the nut weight together with the B on the yield was determined, while the negative effect of the kernel weight was determined. As a result of cluster analysis, it was determined that the plants were divided into 3 groups. In groups 1 and 2, there are plants with yield, good kernel; In group 3, that the yield is very high in the plants, the nut quality is better than the 1st and 2nd groups, and they are quite rich in nutrients, especially boron.

GİRİŞ

Fındık Fagales takımı, Betulaceae familyası, Coryloidea alt familyasının *Corylus* cinsi içerisinde yer almaktadır (Germain, 1990; Erdoğan ve Mehlenbacher, 2000). Türkiye, *Corylus* cinsi içerisinde yer alan önemli fındık türlerinden *C. avellana* ve *C. colurna*'ya ev sahipliği yapmaktadır. Kültür fındıklarının içerisinde yer aldığı *C. avellana*'nın ilk kültüre alındığı yer Anadolu'dur. Türkiye yaklaşık 734.000 hektar üretim alanı ile dünya fındık üretim alanının %73'nü oluşturmakta, yıllık ortalama 572.000 ton üretim ile dünya fındık üretiminin %65'ni gerçekleştirmektedir. Türkiye'nin dışında önemli fındık üreticisi ülkeler İtalya, Azerbaycan, ABD ve İran'dır (FAO, 2021). Türkiye'de üretilen fındığın %80-85'i ihraç edilmekte olup, bu ihracattan ortalama 1.9 milyar dolar gelir elde edilmektedir (Anonim, 2021a). Ülkemizin fındık ihracatından elde ettiği gelir toplam tarımsal ürün ihracatının %10'una denk gelmektedir. Karadeniz çiftçisinin ana geçim kaynağı olması, doğrudan ve dolaylı olarak yaklaşık sekiz milyon vatandaşımızın geçim kaynağını oluşturması ve dışarıdan hiçbir girdi kullanımı olmadan ülkemize büyük miktarda döviz kazandırması nedeniyle fındık, önemli bir tarımsal üründür.

Meyve türlerinin büyümesi ve gelişmesinin yanı sıra, verim ve kalite özelliklerinin ortaya çıkmasında genetik yapı, tozlayıcı çeşit, iklim ve toprak özellikleri, budama, gübreleme, sulama, bitki besleme ve hastalık-zararlılarla mücadele gibi kültürel uygulamalar etkili olmaktadır. Bu faktörler, kontrol edilebilen ve kontrol edilemeyen özellikte olup; bitki besleme, üreticiler tarafından kontrol edilebilen faktörler içerisinde yer almaktadır (Herrera, 2001; Balık ve Beyhan, 2019). Fındık kökleri her yıl topraktan devamlı olarak besin maddesi almaktadır. Zamanla toprakta besin maddelerinin tükenmesi ile gelişim bozuklukları ve üründe azalmalar meydana gelir. Toprakta noksan olan besin maddelerinin tekrar toprağa gübre ile verilmesindeki başarı, toprakta hangi besin elementinin noksan olduğunun belirlenmesi ile mümkündür. Fındığın normal bir gelişme göstermesi ve istenilen verim seviyelerine ulaşması için ihtiyacı olan besin maddelerinin toprak ve yaprak analizleri ile belirlenmesi gerekmektedir. Fındığın gelişebilmesi için ihtiyacı olan besin maddeleri sadece azot, fosfor ve potasyum olmayıp genel fonksiyonları ve yaptıkları işlem bakımından bunlar kadar önemli olan S, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B gibi besin elementleri de bulunmaktadır. Bu besin maddeleri yaprak analizleri ile belirlenmektedir (Horuz ve Korkmaz, 2011). Fındıkta yaprak örnekleri hasattan 10-15 gün önce genellikle temmuz ayının ikinci yarısında alınır. Yaprak örnekleri, belirlenen ocaklarda ana dallar üzerinde gelişme gösteren 1 yıllık sürgünlerin 3. ve 4. yapraklarından alınmalıdır (Anonim, 2021b). Coşkun (2010), Giresun'daki fındık bahçelerinde incelenen mikro elementlerden Mn, Fe ve Zn içeriğinin yeterli seviyede, Cu ve B içeriğinin düşük seviyede olduğunu tespit etmiştir.

Makro ve mikro elementlerin fındıkta büyüme, meyve tutumu ve kalitesi üzerine etkileri hakkında araştırmalar söz konusudur. Özenç ve ark. (2014), fındıkta azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerin biyokimyasal içerik ve mineral madde düzeyini önemli düzeyde etkilediğini, 200-400 kg ha⁻¹ azot, 120-160 kg ha⁻¹ fosfor ve 400-600 kg ha⁻¹ potasyumun bu özellikler açısından en yüksek etkiyi gösterdiğini belirlemiştir. Tombul fındık çeşidinde yüksek verim elde edebilmek için kasım ve şubat aylarında dal iz düşümüne 6 g ocak⁻¹ ve mayıs, eylül, çiçeklenmeden 20 gün önce olmak üzere 300 mg lt⁻¹ dozunda yapraktan bor uygulamasının faydalı olacağı vurgulanmıştır (Anonim, 2015). Nicolosi ve ark. (2009), fındıkta azotlu gübrelerin sürgün uzunluğu, verim, meyve boyutları ve iç oranını arttırdığını, boş meyve oranını ise azalttığını belirlemişlerdir. Borges ve ark. (2001), fındık yetiştiriciliğinde bor uygulamasının meyve tutumu, meyve büyüme ve gelişmesi ile meyve kalitesini olumlu etkilediğini tespit etmişlerdir. Pannico, (2014), Mortarella fındık çeşidinde bor, demir ve çinko uygulamasının vejetatif gelişmeye pozitif yönde katkı sağladığını; verime etkisinin ise olmadığını saptamış; yağ, protein, karbonhidrat ve yağ asidi kompozisyonuna etkisini önemli bulmuştur. Roversi and Ughini (2005), fındıkların mineral madde alımı ve kullanımının diğer meyve ağaçlarından daha az olduğunu vurgularken; düşük sıcaklık, yağmur veya kuraklık gibi çevresel koşullarının difüzyonu azalttığını ve bitkideki transpirasyonel akışı sınırlandırdığını ve bu nedenle, bazı besin elementlerinin topraktaki yeterli görünse bile bitki tarafından alınımında sorunlar oluşturabildiğini ifade etmişlerdir.

Fındık bahçelerinin besin elementi durumunu ortaya koyan araştırmalar bulunmakla birlikte, Tombul fındık çeşidinde bitki besin elementi içerikleri ile verim ve kalite arasındaki ilişkinin belirlendiği bir araştırma literatürde bulunmamaktadır. Bu araştırma, Tombul fındık bahçelerinin beslenme durumlarını ve bu bahçelerdeki bitkilerin besin elementi içerikleri ile verim ve kalite özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Bitkisel Materyal

Meyve ve yaprak örnekleri Giresun ve Trabzon illerindeki Tombul fındık bahçelerinden temin edilmiştir (Çizelge 1). 2010 yılı temmuz ayında yaprak örnekleri alınarak N, P, K, B, Cu, Fe, Mn ve Zn düzeyleri belirlenmiştir. Yaprak örneklerinin alındığı bitkilerde zurufların sararıp, kızarıp kahverengileşmeye başlaması, fındığın sert kabuğunun $\frac{3}{4}$ oranında kızarması ve nem oranının %30'un altına düşmesi ile birlikte hasat yapılmıştır. Fındıklar zuruftan elle ayıklanmış ve beton zeminde güneş ışığında nem seviyesi %6'nın altına düşene kadar kurutulmuş ve ardından pomolojik özellikleri belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan Tombul fındık çeşidi, yaygın olarak Giresun'da yetiştirilmektedir. Yüksek yağ ve beyazlama oranı ile çerezlik ve sanayilik değeri ile öne çıkan bu çeşit hâlihazırda mevcut çeşitler öne çıkmaktadır. Meyve büyüklüğü 16.59 mm, iç büyüklüğü 12.56 mm, meyve ağırlığı 1.78 g, iç ağırlığı 0.97 g, kabuk kalınlığı 0.90 mm, göbek boşluğu 1.51 mm, iç oranı %54.4, boş meyve oranı %2, buruşuk iç oranı %3, abortif iç oranı %2, çift iç oranı %0.5, çtlak meyve oranı %1, beyazlama oranı %94.2, protein oranı %17.07, yağ oranı %59.8 ve lifsizdir (Balık ve ark., 2016).

Çizelge 1. Deneme bahçelerine ait bilgiler.

Table 1. Information of trial orchards.

No	İl	İlçe	Köy/mevki	No	İl	İlçe	Köy/mevki
1	Giresun	Merkez	Çalışköy	28	Giresun	Görele	İnanca
2	Giresun	Merkez	Kayadibi	29	Giresun	Görele	Dedeli
3	Giresun	Merkez	Organize San.	30	Giresun	Görele	Dedeli
4	Giresun	Merkez	Çaykara	31	Giresun	Görele	İsmailbeyli
5	Giresun	Merkez	Çaykara	32	Giresun	Görele	Umutlu
6	Giresun	Merkez	Çaykara	33	Giresun	Dereli	Çalca
7	Giresun	Merkez	Çaykara	34	Giresun	Dereli	Sütlüce
8	Giresun	Merkez	Çavuşoğlu	35	Giresun	Piraziz	Gökçeali
9	Giresun	Merkez	Ülper	36	Giresun	Piraziz	Alidede
10	Giresun	Merkez	Gürköy	37	Giresun	Piraziz	Esentepe
11	Giresun	Merkez	Homurlu	38	Giresun	Piraziz	Yazıköy
12	Giresun	Merkez	Homurlu	39	Giresun	Piraziz	Narlık
13	Giresun	Merkez	Gürköy	40	Giresun	Keşap	Armelit
14	Giresun	Merkez	Yağmurca	41	Trabzon	Beşikdüzü	Çeşmeönü
15	Giresun	Merkez	Akçalı	42	Trabzon	Beşikdüzü	Kutluca
16	Giresun	Keşap	Güneyköy	43	Trabzon	Beşikdüzü	Kutluca
17	Giresun	Keşap	Kayabaşı	44	Trabzon	Beşikdüzü	Beşikdüzü
18	Giresun	Espiye	Cibril	45	Trabzon	Beşikdüzü	Beşikdüzü
19	Giresun	Espiye	Dikence	46	Trabzon	Çarşıbaşı	Kavaklı
20	Giresun	Espiye	Gebelli	47	Trabzon	Çarşıbaşı	Kavaklı
21	Giresun	Espiye	Gebelli	48	Trabzon	Çarşıbaşı	Zeytinlik Mah.
22	Giresun	Eynesil	Ören	49	Trabzon	Vakfikebir	Çamlık
23	Giresun	Eynesil	Ören	50	Trabzon	Vakfikebir	Çamlık
24	Giresun	Eynesil	Yarımcı	51	Trabzon	Vakfikebir	Kemaliye
25	Giresun	Görele	Çavuşlu/Yeniköy	52	Trabzon	Vakfikebir	Büyükliman
26	Giresun	Görele	Türkeli	53	Giresun	Merkez	Fındık A.E.
27	Giresun	Görele	Ünlüce				

Metot

Pomolojik Özelliklerin Belirlenmesi

Verim (V): Bitkideki meyvelerin tamamı hasat edilerek belirlenmiş ve g/bitki olarak ifade edilmiştir.

Meyve ağırlığı (MA) (g): İncelemeye alınan örnekler doğal şartlarda kurutulduktan sonra her bir bitkiden tesadüfen seçilen 30 meyve 0.01g'a duyarlı hassas terazide tek tek tartılarak belirlenmiştir.

İç ağırlığı (İA) (g): Ağırlığı tespit edilen 30 adet meyvenin içi çıkarılarak 0.01g'a duyarlı hassas terazide tek tek tartılarak belirlenmiştir.

İç oranı (İO) (%): Toplam iç ağırlığının toplam meyve ağırlığına oranlanması ile belirlenmiştir. Toplam 100 meyve kullanılarak hesaplanmıştır.

Sağlam iç oranı (SİO) (%): Kabuğu iyice doldurmuş, buruşuk ve abortif olmayan içlerin tüm iç sayısına oranlanması ile belirlenmiştir.

Kabuk kalınlığı (KK) (mm): Tesadüfen seçilmiş olan 30 meyvede, meyvelerin tabla kısmı ile uç kısmının tam ortasındaki kabuk kalınlığı 0.01mm'ye duyarlı dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

Çotanaktaki meyve sayısı (ÇMS): Hasat edilen çotanaklardan rastgele seçilen 100 tanesindeki gelişimini tamamlamış meyveler sayılarak ortalaması alınmıştır.

Beyazlaşma oranı (BO) (%): Her bitkiden elde edilen 50 adet iç alüminyum kaplara konulmuş ve etüvde 175°C'de 15 dk bekletilerek elde ovalanarak tam beyazlaşma oranları belirlenmiştir.

Çıtlak meyve oranı (ÇMO) (%): Sütür çizgisinin meyvenin uç kısmında birleştiği noktada açıklık varsa bu meyveler 'çıtık meyve' olarak kabul edilmiştir.

Göbek boşluğu (GB) (mm): İç fındık kotiledon birleşme çizgisine dik olacak şekilde tam ortadan ikiye bölünmüş ve açığa çıkan göbek boşluğu uç ile dip arasındaki eksene dik olacak şekilde en geniş kısımdan 0.01mm'ye duyarlı dijital kumpasla ölçülmüştür.

Yapraktaki Besin Elementi Düzeylerinin Belirlenmesi

Yaprak örnekleri 65°C'de etüvde kurutulup, bitki değirmenlerinde öğütülerek homojen hale getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Örneklerde toplam azot Kjeldal metodu ile belirlenmiştir (Keeney, 1982). Diğer besin elementlerinin analizi mikrodalga yaş yakma metodunda konsantre nitrik asit (NO₃) ve %30'luk hidrojen peroksit (H₂O₂) de örneklerin yakılması ile yapılmış ve okumalar Perkin Elmer Optical Emission Spectrometer Optima 2100 DV'de gerçekleştirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Deneme Deseni ve İstatistiksel Analizler

Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ele alınan özellikler arasındaki ikili ilişkilere ait korelasyon, regresyon ve kümeleme analizleri SPSS 16 programında yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Verim ve Meyve Özellikleri

Araştırmada Giresun 'da 41, Trabzon'da ise 12 Tombul fındık bahçesinden toplam 53 bahçede tespit edilen bitkilerde meyvelerin tamamı hasat edilerek verimleri belirlenmiş, meyvelerin pomolojik analizleri de yapılmıştır. Çalışma kapsamında değerlendirilen bitkilerin verimi 274-1523 g bitki⁻¹, meyve ağırlığı 1.67-2.19 g, iç ağırlığı 0.90-1.19 g, iç oranı %34.9-54.2, sağlam iç oranı %67.7-90.3, kabuk kalınlığı 0.89-1.10 mm, çotanaktaki meyve sayısı 2.15-4.38 adet, tam beyazlama oranı %63.5-98.9, çıtık meyve oranı %0.3-15.3 ve göbek boşluğu 1.70-2.86 mm arasında tespit edilmiştir (Çizelge 2). Verimdeki farklılıkların arazi yapısı, iklim koşulları ve kültürel uygulamalardaki farklılıklardan kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Nitekim Özkutlu ve ark. (2016) fındıkta verim düşüklüğünün sebeplerini dikim, budama, gübreleme, ilaçlama ve toprak işleme yapılan hatalı uygulamaların yanı sıra toprakların az kireçli, eğimli, sığ, taşlı ve kayalı, su tutma kapasitesi yetersiz, aşırı killi, makro ve mikro besin elementi noksanlıkları, organik madde düzeylerinin yer yer düşük düzeyde olması olarak sıralamıştır. Bostan (2019) tarafından azot, fosfor ve magnezyum eksikliklerinin boş meyve oluşumuna etkisinin olmadığı; iyi bir potasyum beslenmesinin boş fındık sayısını azalttığı (Germain, 1994); 'Palaz' fındık çeşidinde farklı azot dozlarının sağlam iç oranı ve boş iç oranı üzerine etkisinin istatistik olarak önemli olmadığı (Beyhan ve ark., 1998); 'Tombul' çeşidinde yapraktan borik asit ve topraktan boraks uygulamalarının boş meyve oluşumunu azaltmada etkili olduğu (Okay ve ark., 1987) rapor edilmiştir. Balık ve ark. (2016), Tombul fındık çeşidinde meyve ağırlığını 1.78 g, iç ağırlığını 0.97 g, iç oranını %54.4, kabuk kalınlığını 0.90 mm, beyazlama oranını %94.2, çıtık meyve oranını %1, göbek boşluğunu 1.51 mm olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 2. Verim ve pomolojik özellikler.

Table 2. Yield and pomological characteristics.

No	V (g bitki ⁻¹)	MA (g)	İA (g)	İO (%)	SiO (%)	KK (mm)	ÇMS	BO (%)	ÇMO (%)	GB (mm)
1	607	2.12	1.11	51.11	86.77	0.99	3.34	92.13	1.23	2.62
2	399	2.13	1.09	49.73	86.10	1.06	3.18	94.37	1.19	2.50
3	832	2.00	1.05	50.45	85.00	1.01	3.33	80.70	3.33	1.94
4	586	1.84	0.96	49.07	75.67	0.95	3.06	92.73	1.67	1.96
5	1453	1.94	1.04	52.44	88.00	0.96	3.10	89.77	3.33	1.95
6	772	1.94	1.05	51.17	83.33	0.93	3.32	93.67	3.00	1.78
7	419	1.86	1.01	52.94	83.53	0.91	2.82	98.90	3.11	2.47
8	1159	1.93	1.06	53.58	82.67	0.91	3.35	91.60	7.00	1.99
9	646	2.06	1.12	53.49	88.33	0.96	3.58	89.13	5.00	2.14
10	941	2.01	1.05	50.73	80.67	0.97	2.83	85.13	3.33	2.35
11	476	1.93	1.06	54.07	88.67	0.92	2.71	94.47	3.67	2.13

Çizelge 2. Devam
Table 2. Continue.

No	V (g bitki ⁻¹)	MA (g)	İA (g)	İO (%)	SİO (%)	KK (mm)	ÇMS	BO (%)	ÇMO (%)	GB (mm)
12	732	1.87	1.00	51.80	83.67	0.92	3.37	87.97	4.00	2.17
13	445	1.81	0.95	51.95	88.00	0.95	3.35	96.50	1.00	2.20
14	485	1.81	0.94	50.87	86.77	0.94	3.49	92.83	2.33	2.04
15	1426	2.07	1.05	50.08	87.00	1.03	3.53	94.27	4.00	2.68
16	1081	2.10	1.10	51.02	89.67	1.04	3.09	96.13	2.33	1.81
17	1305	2.07	1.09	52.20	88.00	1.02	3.04	92.50	5.33	2.59
18	676	1.82	0.98	53.86	86.42	0.92	3.29	70.50	0.67	2.11
19	590	1.88	1.01	51.92	73.93	0.92	3.50	71.73	1.23	2.23
20	623	1.86	0.96	49.44	80.67	0.99	3.25	71.10	0.33	2.24
21	698	2.19	1.15	51.54	90.00	1.10	3.67	69.90	7.67	2.47
22	819	2.07	1.11	51.93	86.00	1.01	2.86	83.00	2.00	2.03
23	641	1.98	1.09	52.99	84.67	0.94	2.90	95.13	2.00	2.34
24	464	1.90	1.01	50.63	79.33	1.01	4.38	91.67	1.67	2.68
25	583	1.88	1.02	52.93	84.67	0.90	2.78	75.23	2.00	2.55
26	407	1.99	1.11	53.81	85.67	0.94	2.82	86.67	2.23	2.22
27	502	1.85	1.03	53.49	83.89	0.89	2.75	71.07	10.10	2.14
28	532	2.01	1.08	51.84	83.43	0.95	2.43	96.90	4.43	2.55
29	274	1.93	1.11	34.94	76.00	0.90	2.96	84.95	5.15	1.84
30	1156	2.18	1.17	50.46	78.67	0.98	2.61	78.80	1.00	2.77
31	610	2.19	1.19	53.53	85.33	1.00	3.02	81.67	5.33	2.79
32	794	2.02	1.08	50.57	85.97	0.97	2.94	84.13	0.90	2.86
33	692	1.94	1.03	52.10	86.67	0.95	3.08	93.00	5.33	2.23
34	674	2.07	1.09	50.90	84.00	0.97	3.57	81.40	15.33	2.28
35	1118	1.97	1.03	51.60	90.33	0.99	2.98	88.93	2.00	2.43
36	1147	2.01	1.04	50.65	90.33	0.99	3.44	86.37	2.00	2.32
37	769	1.96	1.03	50.86	89.00	1.02	3.16	63.47	0.67	2.05
38	466	2.00	1.03	50.09	77.00	0.96	2.69	87.60	2.00	2.31
39	1129	2.10	1.08	49.52	85.67	1.08	2.76	91.43	4.33	2.31
40	779	1.84	1.01	52.85	79.33	0.92	3.43	82.93	5.67	2.41
41	780	1.87	0.95	50.59	89.17	1.03	3.04	77.40	1.33	2.06
42	374	1.80	0.97	52.09	89.10	0.92	2.65	82.33	1.67	2.11
43	494	1.90	1.00	52.71	88.00	0.99	3.17	89.33	2.67	2.44
44	295	1.67	0.93	48.98	84.08	0.93	2.15	86.40	7.33	1.84
45	690	1.84	0.97	50.83	67.67	0.93	3.27	81.73	0.67	1.86
46	774	1.95	1.06	53.04	90.00	0.99	3.12	81.63	4.00	2.17
48	1332	1.93	0.99	50.95	84.33	1.02	2.85	90.17	0.33	1.80
49	492	2.01	1.08	51.80	88.00	0.97	3.04	77.67	4.33	2.08
50	1523	1.99	1.04	50.99	84.67	1.01	3.69	88.40	9.33	1.70
51	390	1.74	0.90	45.11	73.05	1.02	2.93	94.80	5.98	1.78
52	633	1.91	1.08	53.90	81.67	0.89	2.93	78.33	3.00	2.01
53	573	1.90	1.02	51.20	84.35	0.97	2.70	77.80	4.00	1.93

*V: Verim, MA: Meyve ağırlığı, İA: İç ağırlığı, İO: İç oranı, SİO: Sağlam iç oranı, KK: Kabuk kalınlığı, ÇMS: Çotanaktaki meyve sayısı, BO: Beyazlama oranı, ÇMO: Çıtlak meyve oranı, GB: Göbek boşluğu.

Yaprak Analizi Değerleri

Yaprak analizi sonuçlarına göre; azot %1.81-2.69, fosfor %0.85-2.32, potasyum %0.06-16.87, demir 196.1-671.7 ppm, bakır 5.2-198 ppm, mangan 63.9-1444 ppm, bor 11.14-58.52 ppm ve çinko 41.29-62.45 ppm arasında belirlenmiştir (Çizelge 3). Yaprak analizi sonuçlarının Çizelge 4'deki skalaya göre değerlendirilmesi sonucunda; araştırma kapsamında analizi yapılan 53 örneğin %62.3'de azot, %98.1'de bor, %35.8'de mangan ve %1.9'da potasyum eksikliği belirlenmiştir. Fosfor, kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko eksikliğine rastlanmamıştır. Fındığın gelişmesi için ihtiyacı olan besin maddeleri sadece azot, fosfor ve potasyum olmayıp genel fonksiyonları ve yaptıkları işlem bakımından bunlar kadar önemli olan Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B gibi besin maddelerini de kapsadığı ve bu besin maddelerinin noksanlığının fındıkta yapraklarda sararma ve deformasyonlar, meyve dökümleri ve boş fındık oluşumunun artması şeklinde yer yer görülmeye başlandığı ifade edilmiştir. Bu nedenle yaprak analizlerine göre noksanlığı saptanan elementlerin uygulanmasının fındığın gelişmesi ve verimi üzerine olumlu etki yapacağı vurgulanmıştır (Anonim, 2021c).

Bor noksanlığı genel olarak ılıman iklime sahip ve bol yağış olan bölgelerde görülmektedir. Ordu yöresinde yıllık yağış miktarının yüksek olmasıyla ilişkili olarak en fazla noksanlığı görülen mikro elementlerden Zn ve B'un ön plana çıktığı ifade edilmiştir. Son yıllarda dünya genelinde mikro besin elementleriyle ilgili olarak bitkisel üretimde en yaygın beslenme sorununun özellikle B ve Zn elementlerinden kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Bitkilerin beslenmesinde Zn ve B arasında birbirinin alınımını teşvik eden etkileşim bulunmaktadır (Özkutlu ve ark., 2019).

Çizelge 3. Yaprakların besin elementi içerikleri.

Table 3. Nutrient content of leaves.

No	N (%)	P (%)	K (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)	Zn (ppm)
1	2.06	1.49	14.03	485.20	9.40	677.10	18.21	55.16
2	2.26	1.14	13.98	268.40	8.45	262.60	21.32	52.05
3	2.32	0.86	0.06	217.10	5.20	578.90	11.14	41.29
4	2.03	1.14	11.45	507.00	10.90	1444	18.33	57.45
5	2.39	1.36	10.94	376.60	9.30	290.30	58.52	53.45
6	2.38	1.26	13.87	403.40	10.39	457.80	39.75	59.18
7	2.22	1.63	16.87	533.10	12.55	804.50	27.67	56.59
8	2.20	1.29	9.66	385.40	9.58	829.70	15.77	51.38
9	2.44	1.51	10.78	404.30	8.51	228.50	22.34	51.36
10	2.15	1.74	11.77	374.30	8.20	391.80	24.22	59.30
11	2.32	1.06	6.30	405.80	6.90	557.70	12.95	47.19
12	2.10	1.80	14.39	473.00	12.07	407.30	35.05	62.45
13	2.38	1.53	11.63	557.90	11.65	730.60	21.19	53.80
14	2.26	1.15	6.90	308.90	7.69	622.70	16.63	44.24
15	2.15	1.58	15.52	548.50	11.36	531.30	24.71	59.64
16	2.20	1.05	12.54	322.40	18.20	194.50	38.31	47.05
17	2.28	1.03	10.30	492.30	14.45	513.80	35.71	48.45
18	2.32	1.27	9.66	532.40	14.27	1366	16.52	50.14
19	2.29	1.25	6.87	292.80	10.62	457.10	34.55	49.07
20	2.17	1.30	8.60	348.30	10.33	92.93	24.71	46.38
21	2.22	1.35	8.72	310.00	10.71	429.50	21.03	49.59
22	2.16	1.37	9.82	364.75	197.98	413.32	23.74	51.71
23	2.02	1.17	12.38	367.20	11.49	178.00	23.07	48.97
24	2.05	1.44	6.49	346.50	10.62	112.60	31.84	49.55
25	1.87	1.46	10.64	522.10	20.50	151.50	17.74	51.19
26	2.10	1.45	9.35	424.50	9.84	84.13	21.38	52.69
27	2.48	1.52	9.03	515.70	15.48	178.30	21.95	53.59
28	2.04	1.55	9.57	505.90	11.01	130.40	15.56	53.89
29	2.14	2.32	7.25	671.70	10.76	208.70	17.69	60.79
30	2.40	2.00	11.09	504.80	11.13	119.60	28.46	50.98
31	2.18	1.33	8.93	282.80	10.11	125.30	25.44	46.46
32	1.99	1.49	13.22	475.20	9.02	289.80	25.29	59.12
33	2.21	0.93	5.87	247.00	10.84	246.00	23.10	45.32
34	2.19	1.23	8.24	375.90	13.44	145.20	38.62	55.30
35	2.26	1.66	13.49	327.70	10.46	638.20	18.23	55.20
36	2.69	1.46	10.16	314.80	9.47	1300	21.94	56.83
37	2.06	1.28	14.52	329.60	7.95	383.30	22.09	51.65
38	2.31	1.46	7.62	300.70	12.28	85.66	15.95	53.38
39	1.92	1.58	16.14	289.90	8.87	537.40	43.10	59.46
40	1.81	1.20	11.56	219.40	7.72	790.90	12.99	55.66
41	1.91	1.40	9.65	206.40	9.64	271.10	17.33	50.64
42	2.08	1.00	10.77	233.90	15.03	396.90	17.95	51.14
43	1.91	1.65	5.52	313.80	8.53	609.20	23.67	48.96
44	1.96	1.12	3.06	268.80	8.39	312.80	15.52	51.72
45	1.86	1.16	6.06	214.20	6.89	190.70	22.95	46.02
46	1.83	1.21	5.59	321.40	7.31	63.90	18.28	44.36
47	2.17	1.27	4.72	233.60	8.44	189.60	18.95	46.53
48	2.43	1.62	7.21	305.80	7.99	109.60	26.42	43.39
49	2.28	1.37	9.69	196.10	9.04	107.60	22.72	49.85
50	2.15	1.50	7.81	211.90	7.95	247.00	28.75	54.42
51	1.84	0.85	9.45	273.50	6.67	854.00	23.09	44.58
52	1.93	1.35	11.06	254.50	9.04	153.30	12.10	50.49
53	2.25	1.59	8.47	433.90	8.51	253.50	34.83	51.87

Çizelge 4. Tombul çeşidinin bitki besin elementi sınır değerleri.
Table 4. Plant nutrition limit values in Tombul hazelnut cultivar.

Bitki Besin Elementi	Çok Az	Az	Yeterli	Fazla
%N	< 1.89	1.90-2.25	2.26-2.55	> 2.56
%P	< 0.07	0.08-0.13	0.14-0.35	> 0.36
%K	< 0.39	0.40-0.84	0.85-2.00	> 2.01
%Ca	< 0.79	0.80-1.20	1.21-1.65	> 1.66
%Mg	< 0.14	0.15-0.24	0.25-0.40	> 0.41
Fe (ppm)	< 40	41-80	81-325	> 326
Cu (ppm)	< 2.0	2.1-6.0	6.1-20.0	> 20.1
Mn (ppm)	< 80.0	80.1-250.0	250.1-750.0	> 750.1
B (ppm)	< 14.0	14.1-45.0	45.1-85.0	> 85.1
Zn (ppm)	< 14.0	14.1-25.0	25.1-60.0	> 60.1

*(Duyar ve Özenç, 2013).

İncelenen Parametreler Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Korelasyon analizi sonucunda, incelenen parametrelerin birçoğu arasındaki karşılıklı ilişkinin önemli çıktığı görülmektedir. Verim ile meyve ağırlığı ($r=0.390^{**}$), kabuk kalınlığı ($r=0.382^{**}$) ve yapraklardaki B elementi içeriği ($r=0.429^{**}$) arasında ilişkinin önemli olduğu belirlenmiştir. Meyve ağırlığı ile iç ağırlığı ($r=0.889^{**}$), sağlam iç oranı ($r=0.303^*$), kabuk kalınlığı ($r=0.564^{**}$) ve göbek boşluğu ($r=0.473^{**}$) arasında ilişkilerin önemli olduğu saptanmıştır. İç ağırlığı ile göbek boşluğu ($r=0.405^{**}$) ve Mn içeriği ($r=-0.349^*$); iç oranı ile sağlam iç oranı ($r=0.432^{**}$); sağlam iç oranı ile kabuk kalınlığı ($r=0.319^*$); göbek boşluğu ile K içeriği ($r=0.342^*$); K içeriği ile B içeriği ($r=0.300^*$) arasında ilişkilerin önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). İşbakan ve Bostan (2020), verim ile dal boyu ($r=0.609^{**}$), gövde çevresi ($r=0.769^{**}$), toplam çotanak sayısı ($r=0.639^{**}$), toplam meyve sayısı ($r=0.928^{**}$), boş meyve oranı ($r=-0.764^{**}$), meyve hacmi ($r=0.522^*$), meyve yoğunluğu ($r=-0.582^*$), iç şekil indeksi ($r=0.574^*$), iç hacmi ($r=0.491^*$) ve iç yoğunluğu ($r=-0.597^{**}$) arasındaki ilişkinin önemli olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 5). Akçin ve Bostan (2019), fındıkta toplam döllenen karanfil sayısı, toplam çotanak sayısı, hasattaki toplam çotanak sayısı ve toplam dal sayısı ile ortalama verim arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 5. İncelenen özellikler arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları.

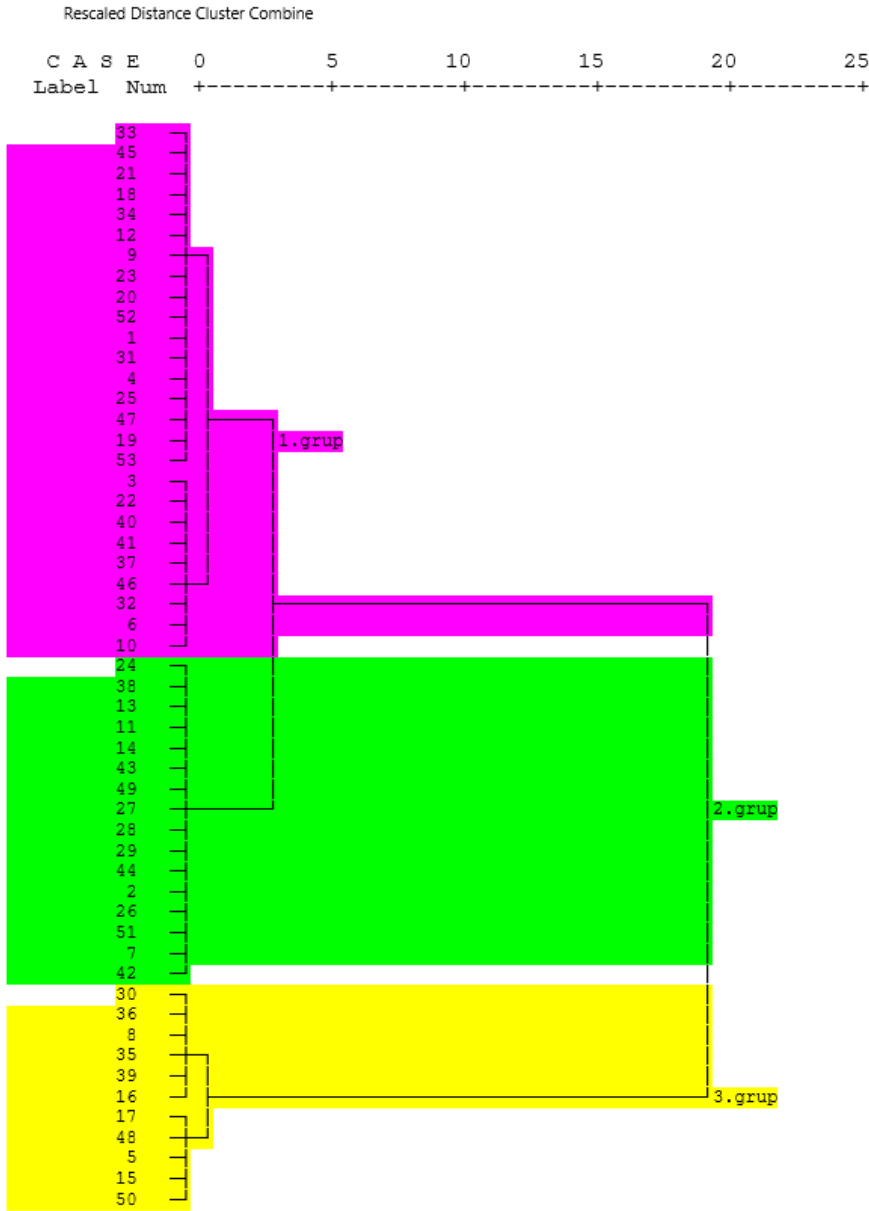
Table 5. Correlation coefficients for the relationships between the investigated characteristics.

	V	MA	İA	İO	SİO	KK	ÇMS	BO	ÇMO	GB	N	K	Mn
MA	0.390**												
İA	0.206	0.889**											
İO	0.137	0.056	0.071										
SİO	0.224	0.303*	0.251	0.432**									
KK	0.382**	0.564**	0.230	-0.117	0.319*								
ÇMS	0.178	0.122	0.001	0.073	0.018	0.237							
BO	0.097	0.035	-0.033	-0.055	0.009	0.033	-0.026						
ÇMO	0.026	0.070	0.177	-0.041	0.028	-0.047	0.105	-0.038					
GB	0.008	0.473**	0.405**	0.201	0.119	0.159	0.051	0.038	-0.116				
N	0.240	0.254	0.209	0.101	0.250	-0.005	0.117	0.028	-0.006	-0.051			
K	0.228	0.264	0.179	0.080	0.139	0.089	-0.046	0.210	-0.194	0.342*	-0.015		
Mn	0.074	-0.258	-0.349*	0.014	-0.008	-0.067	0.163	0.169	-0.096	-0.046	0.128	0.208	
B	0.429**	0.230	0.138	-0.009	0.016	0.240	0.156	0.141	0.102	-0.018	0.207	0.300*	-0.170

* $P < 0.01$, * $P < 0.05$. V: Verim, MA: Meyve ağırlığı, İA: İç ağırlığı, İO: İç oranı, SİO: Sağlam iç oranı, KK: Kabuk kalınlığı, ÇMS: Çotanaktaki meyve sayısı, BO: Beyazlama oranı, ÇMO: Çitlak meyve oranı, GB: Göbek boşluğu.

Regresyon ve Kümeleme Analizleri

İncelenen özelliklerde Stepwise Regresyon analiz yöntemine göre verim üzerine B elementi içeriği ile birlikte, meyve ağırlığının pozitif yönde etkisi söz konusu iken, iç ağırlığının negatif yönde etkisi belirlenmiştir (Çizelge 6). Verime etki eden özellikler dikkate alınarak oluşturulan kümeleme Ward yöntemi analizi sonucunda bitkilerin 3 gruba ayrıldığı tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Cluster Ward Analize göre bitkilerin gruplandırılması.

Figure 1. Grouping of plants according to Cluster Ward Analysis.

1. grupta ve 2. grupta verim, sağlam iç oranı, beyazlama oranı düşük olan bitkiler yer alırken bu gruplarda yer alan bitkilerin yapraklarında besin elementi içeriklerinin ortalamasının oldukça altında olduğu dikkati çekmektedir. 3. gruptaki bitkilerde verimin oldukça yüksek olduğu, meyve kalite özelliklerinin 1.ve 2 gruptaki bitkilere nazaran daha iyi ve besin elementlerinden özellikle bor bakımından oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir. Fındıkta bor uygulamalarının meyve tutumunu artırdığı ve boş meyve oranının azalttığı bilinmektedir. Okay ve ark. (1986), yapraktan %1'lik H_3BO_3 'ten 3.5 L ocak⁻¹ ve topraktan 125 g ocak⁻¹ boraks uygulamalarının boş fındık oluşumunu azalttığını belirlemiştir. Aynı zamanda Cacka and Smith (2009), mayıs ve haziran ortasında yapraktan yapılan bor uygulaması ile verimde %28-40 düzeyinde artış sağlanabileceğini vurgulamıştır.

Halbuki Giresun ilindeki fındık bahçelerinin %94.3'nün, Trabzon ilindeki fındık bahçelerinin ise %91.3'nün bor elementi içeriği bakımından 'çok az' (0.5ppm'in altı) ve 'az' (0.5-0.99 ppm arası) aralığında olduğunu belirtilmiştir (Anonim, 2015).

Çizelge 6. Back Ward Yöntemine göre regresyon analizi.

Table 6. Regression analysis according to the Back Ward Method.

Model	Standartlandırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar		t	Sig.
	B	Std. Error	Beta			
1 (Constant)	373.699	112.884			3.310	.002
B	14.992	4.422	.429		3.391	.001
2 (Constant)	-1217.547	650.683			-1.871	.067
B	12.520	4.330	.358		2.891	.006
Meyve Ağırlığı	844.595	340.614	.307		2.480	.017
3 (Constant)	-934.706	639.492			-1.462	.150
B	11.122	4.218	.318		2.637	.011
Meyve Ağırlığı	2260.735	718.226	.822		3.148	.003
İç Ağırlığı	-2895.968	1306.625	-.569		-2.216	.031

a. bağımlı değişken: verim.

Stepwise yönteminin Standartlaştırılmış Katsayılarına göre regresyon denklemi:

$$X_1 = B \quad X_2 = \text{Meyve Ağırlığı} \quad X_3 = \text{İç Ağırlığı}$$
$$Y_i = 0.318x_1 + 0.822x_2 - 0.569x_3$$

Stepwise yönteminin Standartlandırılmamış Katsayılarına göre regresyon denklemi:

$$Y_i = -934.71 + 11.12 x_1 + 2260.73 x_2 - 2895.97x_3$$

SONUÇ

Giresun ve Trabzon illerindeki Tombul fındık bahçelerinde önemli düzeyde azot, bor, mangan eksikliğinin bulunduğu ve az miktarda da potasyum eksikliği bulunduğu belirlenmiştir. Korelasyon ve regresyon analizine göre verim ile bor seviyesi arasındaki ilişki önemli bulunurken, meyve kalitesi ile incelenen besin elementleri arasında pozitif bir ilişkinin olduğu ortaya çıkarılmıştır. Sonuç olarak, fındık bahçelerinde uygun doz, uygulama şekli ve zamanı yönünden uygulanacak gübreleme programının toprak ve yaprak analizi ışığında belirlenmesinin bir zorunluluk olduğu ifade edilebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Hüseyin İrfan Balık çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve makalenin yazımında katkı sağlarken, arazi çalışmaları Selda Kayalak Balık, laboratuvar çalışmaları ise Ömür Duyar tarafından yapılmıştır.

TEŞEKKÜR

İstatistiksel analizleri gerçekleştiren Dr. Öğr. Üyesi Ferzat Turan'a teşekkür ederiz. Bu araştırma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akçin, Y., & Bostan, S. Z. (2019). Farklı sulama programlarının 'tombul' fındık çeşidinde depolama süresince su aktivitesine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(2), 308–313.
- Anonim. (2015). *Bor gübrelemesinin Orta karadeniz havzası bölgesinde yetiştirilen fındık bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi*. Proje Sonuç Raporu, BOREN, Proje No: 2012.Ç0368, Ankara.
- Anonim. (2021a). Karadeniz ihracatçı birlikleri genel sekreterliği istatistikleri. <http://www.kib.org.tr/files/downloads/20182019.pdf>. Erişim tarihi: 27 Şubat 2021.

- Anonim. (2021b). Fındık araştırma enstitüsü, çiftçi eğitim serisi. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik/Belgeler/Sol%20Men%C3%BC/E%C4%9Fitim%20ve%20Yay%C4%B1m/%C3%87ift%C3%A7i%20E%C4%9Fitim/YaprakveToprakOrnegiAlinmasi.pdf>. Erişim tarihi: 02 Mart 2021.
- Anonim. (2021c). Fındık araştırma enstitüsü bilgi bankası. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=22>. Erişim tarihi: 27 Şubat 2021.
- Balık, H. İ., Kayalak Balık, S., Beyhan, N., & Erdoğan, V. (2016). *Fındık Çeşitleri (Hazelnut Cultivars)*. Klasmat Matbaacılık, 96s, Trabzon, Türkiye.
- Balık, H. İ., & Beyhan, N. (2019). Pollen compatibility in Turkish hazelnut cultivars. *Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences*, 1(1), 12-17.
- Beyhan, N., Demir, T., & Sürücü, A. (1998). Farklı azot dozlarının palaz fındık çeşidinde verim, meyve kalitesi ve beslenme Üzerine Etkisi. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 1-13.
- Borges, O. M. P., Carvalho, J. L. R. S., Silva, A. P., & Santos, A. 2001. *Effects of foliar boron sprays on yield and nut quality of 'Segorbe' and 'Fertile de Coutard' hazelnuts*. Proceedings V. International Congress on Hazelnut, *Acta Horticulturae*, 556, 300-302.
- Bostan, S. Z. (2019). Fındıkta kabuklu ve iç meyve kusurları. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8, 157-166.
- Cacka, J. F., & Smith, F. (2009). *Foliar nutrition applied at early hazelnut development shows positive yield and quality factors in the will. valley of oregon*. *Acta Horticulture*, 845, 343-348.
- Coşkun, N. (2010). *Fındık bahçelerinde toprak ve ürünlerdeki mikro element dağılımının ve aralarındaki korelasyonun incelenmesi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Duyar, Ö., & Özenç, N. (2013). *Fındıkta Bitki Besleme ve Gübreleme Teknikleri*. Fındık Araştırma Enstitüsü, Giresun.
- Erdoğan, V., & Mehlenbacher, S. A. (2000). Interspecific hybridization in hazelnut (*Corylus*). *Journal of American Society for Horticultural Sciences*, 125, 489-497.
- FAO. (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim tarihi: 27 Şubat 2021.
- Germain, E. (1990). *Hazelnut production and industry in Europe, north Africa and middle east*. Nut production and industry in Europe, near east and North Africa, Yalova, Turkey.
- Germain, E. (1994). The reproduction of hazelnut (*Corylus avellana L.*): A review. *Acta Horticulturae*, 351, 195-209.
- Herrera, E. A. (2001). *Fertilization programs for apple orchards*. Guide H-319. Extension horticulturist college of agriculture and home economics. New Mexico State University.
- Horuz, A., & Korkmaz, A. (2011). *Samsun Terme yöresinde yetiştirilen palaz fındık çeşidinin yaprak besin element oranlarını değerlendirerek dengesiz gübrelemeden kaynaklanan beslenme sorunlarının tespiti*. Samsun Sempozyumu, Samsun.
- İşbakan, H., & Bostan, S. Z. (2020). *Fındıkta bitki morfolojik özellikleri ile verim ve meyve kalite özellikleri arasındaki ilişkiler*. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(1), 32-45
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Keeney, D. R. (1982). *Nitrogen: availability indices*. In A. L. Page (Ed). *Methods of Soil Analysis 2* (pp. 711-733). Madison, USA: Agronomy Monographs.
- Nicolosi, E., Leotta, G., & Raiti, G. (2009). *Effect of foliar fertilization on hazelnuts growing in mount etna area*. VII International Congress on Hazelnut. *Acta Horticulture*, 845, 373-378.
- Okay, A. N., Kaya, A., Küçük, V. Y., & Küçük, A. (1986). *Fındık Tarımı*. Tarım-Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Yayın No: 142, Ankara.
- Okay, A. N., Koç, N., & Kılavuz, F. H. (1987). *Boş fındık oluşum sebepleri ve giderilmesi üzerine araştırmalar*. Sonuç Raporu. T.C. Tarım, Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Proje ve Uygulama Genel Müdürlüğü, Fındık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Giresun.
- Özenç, N., Özenç, D.B., & Duyar, Ö. (2014). Nutritional composition of hazelnut (*Corylus avellana L.*) as influenced by basic fertilization, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 64, 8.
- Özkutlu F., Korkmaz, K., Akgün, M., & Ete, Ö. (2016). Magnezyum gübrelemesinin fındığın (*Corylus avellana L.*) verim ve bitki besin elementi içeriklerine etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 48-58.
- Özkutlu F., Aydemir, Ö. E., Akgün, M., & Özcan, B. (2019). Ordu ilinde fındık (*Corylus avellana L.*) tarımı yapılan toprakların çinko (Zn) beslenme durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(Özel Sayı), 131-140.

Pannico, A. (2014). *Improving hazelnut quality at harvest and non-destructive assessment of post-harvest nut quality*. Doctoral Dissertation, Università Degli Studi Di Napoli Federico II, Dipartimento Di Agraria, Maggio.

Roversi, A., & Ughini, V. (2004). Further investigations into the mineral uptake of hazelnut orchards. International VI. International Congress on Hazelnut, *Acta Horticulturae*, 686, 285-290.



Research article

The Effect of Aminoethoxyvinylglycine (AVG) on Pre-harvest Fruit Drop and Fruit Quality in Red Chief and Braeburn Apple Cultivars

Emine Küçüker¹ , Erdal Ağlar^{2*} 

¹Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Siirt, Turkey

²Sivas Cumhuriyet University Suşehri Timur Karabal Vocational School, Sivas, Turkey

Geliş tarihi (Received): 19.04.2021

Kabul tarihi (Accepted): 15.06.2021

Keywords:

Malus comminus, fruit firmness, starch index, retention force

Abstract. The study was carried out in 2017 in the semi-dwarf apple orchard established in 2010 in Kemalpaşa village in Tokat province in order to determine the effect of AVG application in different concentrations on the pre-harvest fruit drop and fruit quality of Red Chief and Braeburn apple cultivars. In the study, 7 years-old apple trees of Red Chief and Braeburn cultivars grafted on MM106 rootstock were used. AVG, at 0, 75, 150 and 225 mg L⁻¹ combined with a Regulaid' surfactant at 0.1% v/v, was applied to the trees before anticipated harvest. Fruit drop ratio, which varied depending on the cultivar, was lower in the AVG treated trees, and the effect of the application concentration was significant. AVG application was effective in maintaining the fruit retention force. The significant differences in fruit retention force occurred between application concentrations. It was determined that the the fruit retention force was higher in the fruits belonging to the Braeburn cultivar. The effect of AVG on fruit size, SSC pH and acidity rates varied depending on the variety. There was no significant differences in fruit firmness and starch index between cultivars. AVG application increased the fruit firmness and decreased the amount of starch both cultivar. As a result, of this study, it has been revealed that AVG can be used effectively in preventing pre-harvest fruit drop in Redchief ve Braeburn.

*Corresponding Author
erdalaglar@hotmail.com

Aminoethoxyvinylglycine (AVG) Uygulamasının Red Chief ve Braeburn Elma Çeşitlerinde Hasatönü Meyve Dökümü ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Anahtar kelimeler

Malus comminus, meyve eti sertliği, nişasta indeksi, kopma direnci

Özet. Farklı konsantrasyonlarda AVG uygulamasının Red Chief ve Braeburn elma çeşitlerinde hasatönü meyve dökümü ve meyve kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışma Tokat ili Kemalpaşa köyünde 2010 yılında kurulmuş olan yarı bodur elma bahçesinde 2017 yılında yapıldı. Çalışmada MM106 anacı üzerine aşılı Red Chief ve Braeburn çeşitlerine ait 7-yaşlı elma ağaçları kullanıldı. 0, 75, 150 ve 225 mg L⁻¹ konsantrasyonlarda ve %0.1 v / v 'de bir sürfaktan ile kombine edilen AVG, tahmini hasattan 4 hafta önce ağaçlara uygulandı. Çeşide bağlı olarak değişiklik gösteren hasat önü meyve dökümü AVG uygulanmış ağaçlarda daha düşüktü ve uygulama konsantrasyonunun etkisi önemliydi. AVG uygulaması meyvede kopma direncinin muhafaza edilmesinde etkili olurken uygulama konsantrasyonları arasında da önemli farklılıklar meydana geldi. Braeburn çeşidine ait meyvelerde kopma direncinin daha yüksek olduğu belirlendi. AVG uygulaması meyvede büyüklük, SSC pH ve asitlik değerleri üzerine etkisi çeşide bağlı olarak farklılık gösterdi. Et sertliği ve nişasta indeksi açısından çeşitler arasında önemli bir farklılık oluşmadı AVG uygulaması meyve et sertliğini arttırırken, nişasta miktarını azalttı. Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen bulgular, AVG'nin Redchief ve Braeburn elma çeşitlerinde hasat önü dökümlerin önlenmesinde etkili bir şekilde kullanılabileceği ortaya koymuştur.

INTRODUCTION

In apple, the pre-harvest fruit drop, which occurs before the fruit reaches the optimum size and color and causes significant economic losses is an important problem for apple growers (Greene, 2006). The pre-harvest fruit drop occur as a result of morphological, anatomical, genotypic and biochemical differentiations (Arseneault *et al.*, 2016). The pre-harvest drop which are explained by events such as the cell differentiation, the response to developmental changes in metabolism, cell separation and the formation of a protective layer in the abscission zone (Estornell *et al.*, 2013; Meir *et al.*, 2019), are associated with the internal hormone balance in the fruit (Ozturk *et al.*, 2019). The fruit drop reaching 50% in some cultivar varies depending on the cultivar, ecological factors (Basak and Buczek, 2010; Robinson *et al.*, 2010) and cultural practices (Ward, 2004; Greene, 2006). However, it was suggested that the factors that affect the internal hormone balance, such as the fruit size (Dal Cin *et al.*, 2007), the location of the fruit in the cluster (cyme) (Dal Cin *et al.*, 2009; Miranda *et al.*, 2005), the location of the fruit on the tree (Arseneault *et al.*, 2016), the number of the seeds (Estornell *et al.*, 2013; Eccher *et al.*, 2015; Ferrero *et al.*, 2015), and the loss of xylem function (Drazeta *et al.*, 2004; Miqueloto *et al.*, 2014) may affect the fruit drop ratio.

Auxins and gibberellins, which affect plant growth and act as chemical messengers, prevent pre-harvest fruit drop while abscisic acid (ABA) and ethylene promote it (Addicott, 1982; Estornell *et al.*, 2013). In studies conducted on apples and tomatoes, it was found that a decrease in the amount of auxin and an increase in the amount of ethylene in the fruit promoted the fruit drop (Thompson and Osborne, 1994; Bangerth, 2000; Hong *et al.*, 2000; Vriezen *et al.*, 2008). It had been seen that in particular, ethylene has been found to be closely related to abscission, and the internal ethylene concentration of non-abscising fruit was higher than abscising fruit (Greene *et al.*, 2014). Since the abscission and maturation events occur simultaneously, the biochemical role of ethylene in abscission is unclear, it is known that the process following the initiation of abscission is accelerated by ethylene (Arseneault *et al.*, 2016). Due to the effect of the auxin-ethylene interaction on the fruit drop, the effects of the bioregulators such as naphthalene acetic acid (NAA) that promotes auxin concentration (Yuan and Carbaugh, 2007; Dal Cin *et al.*, 2008) and AVG that inhibits ethylene increase (Byers, 1997; Greene and Schupp, 2004; Kang *et al.*, 2007; Dal Cin *et al.*, 2008; Yildiz *et al.*, 2012; Ozturk *et al.*, 2015; Aglar *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2019) on the pre-harvest fruit drop have been determined by previous studies. It has been reported that AVG is more effective than NAA in preventing pre-harvest fruit drop in apples (Greene *et al.*, 1987, Yildiz *et al.*, 2012). However, it has been suggested that the effectiveness of AVG varies according to the cultivar (Autio and Bramlage, 1982), the time (Chun *et al.*, 1997) and the concentration of the application (Schupp and Greene, 2004). By considering this situation, in the study, it was aimed to determine the effect of the different doses of AVG on pre-harvest fruit drop and fruit quality of Red Chief and Braeburn apple cultivars.

MATERIALS AND METHODS

Plant Material

The study was carried out in 2017 in the semi-dwarf apple orchard established in 2010 in Kemalpaşa village in Tokat province (40°20'02.19"N latitude and 36°28'30.11"E longitude and 623 m above sea level). In the study, 7-year-old Red Chief and Braeburn apple trees that were planted with 4 x 2 m planting density, grafted on MM106 rootstock and applied Central Leader training system were used as plant material. The soil of the trial area has a clayey, sandy and silty structure. The experiments were laid out in a randomized complete-block design with three single-tree replications per treatment. The trees were blocked based on proximity in orchard and crop load. AVG ('ReTain'; Valent BioSciences Crop, Libertyville, IL) at 0, 75, 150 and 225 mg L⁻¹ combined with a Regulaid' surfactant [0.1%, v v⁻¹ (Kalo Inc., Overland Park, KS66211)] at 0.1% v v⁻¹, was applied 4 week (on 1 September 2017 in Red Chief and on 15 September 2017 in Braeburn) before anticipated harvest. Treatments were applied to run off with a low pressure hand sprayer. For each treatment, one tree was used in each block.

Cumulative Drop Ratio (%)

The total number of fruit on the tree was determined one month before the harvest. Then, twice a week, the fruit dropped from the tree was counted. The number of the dropped fruit was taken from the total number of fruit and expressed in as % per week.

Fruit Retention Force

The retention force of the fruit was measured by using fruit on branches 2 m high. The retention force of the fruit was measured in Newton (N) using a digital force meter (Troni HF-10, 100 N, Taiwan) in the direction of the

fruit stem axis with the help of an aluminum apparatus prepared in accordance with the dimensional characteristics of the fruit (Polat *et al.*, 2007).

Fruit Size

The fruit size was determined by measuring the diameter and weight of the fruit. The fruit diameter was determined by taking the average of the results obtained by measuring the fruit width and height using a digital caliper with 0.01 mm precision (Mitutoyo, Japan) and expressed in mm. The weight of each fruit was measured with a digital scale (Radwag, Poland) with a sensitivity of 0.01 g and the fruit weight was determined by taking the average and expressed as g.

Soluble Solids Content, pH and Titratable Acidity

The fruit was shredded with a blender and made homogeneous, and the obtained homogenate was passed through a cheesecloth and fruit juice was obtained. Sufficient amount of juice was dropped into a digital refractometer (PAL-1, McCormick Fruit Tech., Yakima, Wash.) for the measurement of SSC and the value on the screen was recorded as %. pH was measured with a pH meter (Hanna, model HI9321). For titratable acidity (TA) measurements, 10 ml of the obtained juice was taken and 10 ml of distilled water was added on it. Then, samples were expressed in terms of malic acid (g malic acid 100 ml⁻¹) based on the amount of NaOH spent in titration with 0.1 N sodium hydroxide until pH 8.1 was reached.

Fruit Firmness

For the fruit firmness, the fruit peel was cut at three different locations on the equatorial region of the fruit and measured as kg with the 11.1 mm tip of the penetrometer (Effegi brand, model FT-327; McCormick Fruit Tech, Yakima, WA), then the values have been translated in Newton (N).

Starch Index

The fruit were divided into 2 equal parts, a circular slice with a width of approximately 1 cm was taken from the part on the side of the stem and 0.5% iodized potassium iodide (IKI) solution was applied on this circular slice until the surface was wet. After 5 minutes, the starch containing region was dyed dark blue and evaluated according to the scale prepared by Blanpied and Silsby (1992) (1 to 8 scale range, 1 = 100% starch, 8 = 0% starch).

Statistical Analysis

After analyzing the data obtained from the research with analysis of variance, the level of significance between the treatments means was determined by the Tukey multiple comparison test. The statistical analysis was performed using the SAS package program (SAS 9.1 version, USA). The significance level was taken into account as $p < 0.05$ in statistical analysis and interpretation of the results.

RESULTS

Cumulative Drop Ratio (%)

The weekly fruit drop ratio rate increased in directly proportional to the fruit ripening stage. Considering the control application (0 mg L⁻¹) in Red Chief cultivar, it was determined that the fruit drop ratio was 19.80% in the first week (16th September), but in total, 56.60% of the fruit was dropped. It was observed that the fruit drop in AVG applied trees was lower in all measurement periods. However, the cumulative fruit drop ratio varied depending on the AVG application concentration. When the cumulative fruit drop ratio of both cultivars were evaluated, the highest value was obtained with the control application while the drop ratio in the fruit decreased with the increase of AVG concentration. The lowest fruit drop ratio was recorded in 225 mg L⁻¹ AVG applied trees. There were the significant differences between the cultivars in terms of the fruit drop ratio. In the first two measurement periods, the fruit drop was higher in Braeburn cultivar while the total fruit drop ratio was higher in Red Chief cultivar. Considering the cumulative fruit drop ratio, it can be said that AVG application is more effective in Red Chief cultivar. When the control and 225 mg L⁻¹ AVG applications were compared in both cultivars, the fruit drop in Red Chief cultivar decreased by 44% with 225 mg L⁻¹ AVG application while the decrease was 33% in Braeburn cultivar (Table 1).

Fruit Retention Force (N)

Considering the control application, it was observed that the fruit retention force towards the harvest decreased as a natural result. While AVG application was effective in maintaining the retention force in fruit, the significant differences occurred between application concentrations. In the first two weeks, the retention force of AVG applied fruit generally decreased while the fruit retention force increased with the AVG application in the measurements made in the third and fourth weeks, and the statistically significant changes occurred depending on the application concentration. When the fruit retention force was compared by considering the Red Chief cultivar and the control application (0 mg L⁻¹), the fruit retention force, which was 16.51 N in the first measurement period with the control application, was recorded as 15.18 N in the last measurement period. In the 125 mg L⁻¹ AVG applied fruit, the fruit retention force was 19.05 N in the first measurement period while it rised to 26.89 Newtons in the last measurement period. It was determined that the fruit retention force varied depending on the cultivar, and the retention force was higher in the fruit of the Braeburn cultivar. However, in the last measurement period, the retention force was found to be higher in the fruit of the Red Chief variety, which were applied 125 mg L⁻¹ and 250 mg L⁻¹ AVG. Considering these data, it can be said that 125 mg L⁻¹ and 250 mg L⁻¹ AVG applications are more effective on the fruit retention force in Red Chief cultivar (Table 1).

Table 1. Effect of different concentrations of AVG on fruit drop ratio and fruit retention of 'Red Chief' and Braeburn apples.
Çizelge 1. Farklı dozlardaki AVG nin Red Chief ve Braeburn elma çeşitlerinde meyve dökümü ve kopma direnci üzerine etkisi.

Treatment (mg L ⁻¹)	Fruit drop ratio (%)							
	16 September		23 September		30 September		07 October	
	RC	BB	RC	BB	RC	BB	RC	BB
0	19.80Ba	21.15Aa	35.40Ba	37.18Aa	45.10Aa	42.76Ba	56.60Aa	53.24Ba
75	18.71Ba	20.86Aa	28.00Bb	30.22Ab	31.00Bb	34.17Ab	38.20Bb	43.17Ab
125	17.16Bb	18.73Ab	22.70Bc	25.12Ac	31.60Ab	31.16Ac	36.60Bb	42.10Ab
225	16.15Bb	18.02Ab	24.00Ab	22.14Bc	31.20Ab	30.24Ac	31.80Bc	35.80Ac

Treatment (mg L ⁻¹)	Fruit retention force (N)							
	16 September		23 September		30 September		07 October	
	RC	BB	RC	BB	RC	BB	RC	BB
0	16.51Bb	20.10Ac	16.50Bc	19.04Ac	16.18Bc	19.22Ac	15.78Ac	16.48Ac
75	18.54Ba	23.27Ab	18.61Aa	19.42Ab	19.40Ba	22.14Ab	17.38Bbc	19.06Ab
125	19.05Ba	23.86Ab	18.00Ba	23.65Aa	17.60Bb	23.09Ab	26.89Aa	23.76Ba
225	18.92Ba	27.21Aa	17.10Bb	20.68Ab	16.61Bb	28.21Aa	24.66Aab	22.47Bab

RC: Redchief, BB: Braeburn. Means with the same lowercase letter in same columns do not differ according to Tukey's test at p<0.05. The same capital letter expresses the difference between the cultivars. Means with the same capital letter in same line do not differ according to Tukey's test. However, the evaluation will be made between cultivars. In other words, the data for each measurement period will be evaluated among themselves.

Fruit Size

Considering the last measurement period (7th October), it was determined that there were the significant differences between cultivar in fruit size determined by measuring fruit weight and diameter, and Braeburn cultivar had larger fruit. AVG application affected the fruit weight. In both cultivar, the highest fruit weight values were recorded with 225 mg L⁻¹ AVG applied trees. There were the significant differences between application in the Red Chief cultivar, and the lower weight fruit were obtained with the control application. However, in Braeburn cultivar, the difference between the applications was generally not significant, and the smallest fruit were harvested on 125 mg L⁻¹ AVG applied trees (Table 2).

Table 2. Effect of different concentrations of AVG on fruit size of 'Red Chief' and Braeburn apples.

Çizelge 2. Farklı dozlardaki AVG nin Red Chief ve Braeburn elma çeşitlerinde meyve büyüklüğü üzerine etkisi.

Treatment (mg L ⁻¹)	Fruit weight (g)							
	16 September		23 September		30 September		07 October	
	RC	BB	RC	BB	RC	BB	RC	BB
0	160.00Bb	180.45Ac	165.83Bb	186.35Ab	175.00Bb	197.18Ab	187.66Bc	210.62Aa
75	161.24Bb	195.01Aa	167.37Bb	199.91Aa	177.11Bb	210.66Aa	189.30Bbc	213.19Aa
125	162.18Bb	193.79Aa	175.93Bb	200.91Aa	188.84Ba	205.60Aab	196.23Bb	206.83Ab

Table 2. Continue.

Çizelge 2. Devamı.

Treatment (mg L ⁻¹)	Fruit weight (g)							
	16 September		23 September		30 September		07 October	
	RC	BB	RC	BB	RC	BB	RC	BB
225	175.40Ba	188.37Ab	185.66Aa	188.46Ab	190.29Ba	210.77Aa	231.07Aa	214.08Ba

Treatment (mg L ⁻¹)	Fruit diameter (mm)							
	16 September		23 September		30 September		07 October	
	RC	BB	RC	BB	RC	BB	RC	BB
0	76.45Aa	70.50Ba	71.36Aa	73.60Aab	70.06Ba	75.64Aa	73.44Aa	75.22Aa
75	71.98Aa	70.12Aa	70.82Ba	76.48Aa	62.08Bb	67.82Ab	64.38Bb	72.33Aa
125	72.77Aa	68.68Aa	67.07Aa	69.79Ab	66.03Bab	73.30Aa	66.13Bab	71.49Aa
225	72.06Aa	69.67Aa	70.72Aa	69.21Ab	67.60Ba	72.42Aa	69.23Bab	74.55Aa

RC: Redchief, BB: Braeburn. Means with the same lowercase letter in same columns do not differ according to Tukey's test at $p < 0.05$. The same capital letter expresses the difference between the cultivars. Means with the same capital letter in same line do not differ according to Tukey's test. However, the evaluation will be made between cultivars. In other words, the data for each measurement period will be evaluated among themselves.

Soluble Solids Content, pH and Titratable Acidity

As maturity progressed in the fruit, it was determined that there was an increase in the amount of SSC but a decrease in the last measurement period (7th October). It was observed that the amount of SSC of the fruit usually varied depending on the cultivar, and the fruit of Braeburn cultivar had a higher SSC ratio. It can be said that AVG application affects the amount of SSC in fruit and the ratio of SSC is generally lower in AVG applied fruit (Table 3).

Table 3. Effect of different concentrations of AVG on SSC, pH and titratable acidity of 'Red Chief' and Braeburn apples .

Çizelge 3. Farklı dozlardaki AVG nin Red Chief ve Braeburn elma çeşitlerinde SÇKM, titreedilebilir asitlik ve pH üzerine etkisi.

Treatment (mg L ⁻¹)	Soluble solids content (%)							
	16 September		23 September		30 September		07 October	
	RC	BB	RC	BB	RC	BB	RC	BB
0	11.93Ba	13.21Aa	12.98Ba	13.55Aa	13.13Ba	13.83Aa	12.35Aa	12.07Aa
75	11.68Aa	11.99Ab	12.27Bb	13.32Aa	12.48Bb	13.09Ab	12.16Aa	11.53Bb
125	11.15Ab	11.53Ab	12.20Bb	13.89Aa	12.55Bb	13.23Ab	12.30Aa	11.70Bb
225	10.40Ab	10.76Ab	12.00Bb	12.88Ab	12.33Ab	12.31Ac	10.88Bb	12.03Aa

Treatment (mg L ⁻¹)	pH							
	16 September		23 September		30 September		07 October	
	RC	BB	RC	BB	RC	BB	RC	BB
0	4.28Aa	3.74Bb	4.36Aa	3.94Ba	4.49Aa	3.95Bab	4.54Aa	3.89Ba
75	4.25Aa	3.81Bab	4.38Aa	3.86Ba	4.48Aa	3.92Bb	4.41Ab	3.96Ba
125	4.26Aa	3.89Ba	4.40Aa	3.93Ba	4.43Ab	3.98Ba	4.49Aab	3.90Ba
225	4.28Aa	3.88Ba	4.41Aa	3.85Ba	4.51Aa	3.97Ba	4.56Aa	3.86Ba

Treatment (mg L ⁻¹)	Titratable acidity (g malic acid 100 mL ⁻¹)							
	16 September		23 September		30 September		07 October	
	RC	BB	RC	BB	RC	BB	RC	BB
0	0.20Bc	0.33Aa	0.23Ba	0.45Aa	0.23Bb	0.47Aa	0.25Bb	0.46Aa
75	0.23Bb	0.35Aa	0.26Ba	0.43Aa	0.26Ba	0.42Ab	0.27Bb	0.38Aab
125	0.26Ba	0.34Aa	0.27Ba	0.42Aa	0.27Ba	0.43Ab	0.30Ba	0.37Ab
225	0.22Bb	0.33Aa	0.25Ba	0.44Aa	0.26Ba	0.42Ab	0.29Ba	0.36Ab

RC: Redchief, BB: Braeburn. Means with the same lowercase letter in same columns do not differ according to Tukey's test at $p < 0.05$. The same capital letter expresses the difference between the cultivars. Means with the same capital letter in same line do not differ according to Tukey's test. However, the evaluation will be made between cultivars. In other words, the data for each measurement period will be evaluated among themselves.

It was determined that the effect of the cultivar in the amount of pH increasing with the progress of maturity was significant and the pH value of the fruit of Red Chief cultivar was higher. The effect of AVG application on pH varied depending on the measurement period and the cultivar. In the Red Chief, there was no effect of AVG application in the first and second measurement periods, in the third and the last measurement periods, 125 mg

L⁻¹ and 75 mg L⁻¹ AVG applied fruit had lower pH values respectively. In the Braeburn cultivar, the pH value was lower only in 75 mg L⁻¹ AVG applied fruit in the third measurement period (Table 3).

The acidity ratio in the fruit differed depending on the cultivar. The acidity ratio was higher in the fruit of the Braeburn cultivar. Again, the effect of AVG varied depending on the measurement period and cultivar. No AVG effect was noted in the second measurement period. In the first period, there was no difference between applications in Braeburn cultivar, it was determined that in the Red Chief cultivar, AVG-applied fruit had higher acidity and the most effective application was 125 mg L⁻¹ AVG application. In the third and fourth measurement periods, the acidity ratio of the fruit of Red Chief cultivar increased with the AVG application while the acidity decreased in the Braeburn cultivar (Table 3).

Fruit Firmness and Starch Index

There was no statistically significant difference between cultivars in terms of the fruit firmness. The effect of AVG application on the fruit firmness was significant. The fruit with the highest the fruit firmness values were harvested in AVG-applied trees. Again, the effect of AVG varied depending on the application concentration. With the increase in the concentration, the fruit firmness increased. The highest values were recorded in fruit treated with 225 m L⁻¹ AVG (Table 4).

The effect of the cultivar was not significant in starch index values. With the application of AVG, there was a decrease in the amount of starch of the fruit. However, it can be said that application concentration has not been significant in AVG effect. Considering the last measurement period, there was no difference between AVG application concentrations in the Braeburn cultivar while the amount of starch was higher in 225 mg L⁻¹ AVG applied fruit in the Red Chief cultivar, and there was no statistically significant difference between this application and the control application (Table 4).

Table 4. Effect of different concentrations of AVG on fruit firmness and starch index of 'Red Chief' and Braeburn apples.

Çizelge 4. Farklı dozlardaki AVG nin Red Chief ve Braeburn elma çeşitlerinde meyve eti sertliği ve nişasta indeksi üzerine etkisi.

Treatment (mg L ⁻¹)	Fruit firmness (N)							
	16 September		23 September		30 September		07 October	
	RC	BB	RC	BB	RC	BB	RC	BB
0	7.48Ab	8.01Ac	7.34Ac	8.00Ac	7.12Ab	7.70Ac	7.10Ac	7.00Ac
75	7.67Aa	8.10Ab	7.56Aa	8.05Ab	7.43Aab	8.00Ab	7.38Ab	7.96Ab
125	7.60Aab	8.46Aa	7.49Aa	8.39Ab	7.51Aab	8.29Ab	7.28Ab	8.26Aa
225	7.58Ab	8.47Aa	7.46Ab	8.45Aa	7.74Aa	8.42Aa	7.63Aa	8.41Aa

Treatment (mg L ⁻¹)	Starch index							
	16 September		23 September		30 September		07 October	
	RC	BB	RC	BB	RC	BB	RC	BB
0	6.77Aa	6.67Aa	6.25Aa	5.56Aa	6.50Aa	7.00Aa	6.50Aa	6.45Aa
75	5.87Ab	5.67Aab	5.21Ab	5.22Aa	5.83Ab	6.67Aa	5.25Ab	6.11Ab
125	5.45Ab	4.33Bc	5.82Ab	5.12a	5.58Ab	6.55Ab	5.75Ab	6.10Ab
225	5.88Ab	5.55Ab	5.77Ab	4.44Ba	5.66Ab	6.00Ab	6.00Aa	6.00Ab

RC: Redchief, BB: Braeburn. Means with the same lowercase letter in same columns do not differ according to Tukey's test at p<0.05. The same capital letter expresses the difference between the cultivars. Means with the same capital letter in same line do not differ according to Tukey's test. However, the evaluation will be made between cultivars. In other words, the data for each measurement period will be evaluated among themselves.

DISCUSSION

In apples, pre-harvest fruit drop, which sometimes rises up to 50% and causes significant income losses (Greene, 2006), occur as a result of morphological, anatomical, genetic and biochemical differences (Michelle *et al.*, 2016). These fruit drop (Estornell *et al.*, 2013; Meir *et al.*, 2019), which are explained by events such as cell differentiation in the abscission zone, response to developmental changes in metabolism, cell separation and the formation of a protective layer (Estornell *et al.*, 2013; Meir *et al.*, 2019) are related to the internal hormone balance in the fruit and especially ethylene (Ozturk *et al.*, 2019). The plant hormones that affect plant growth, act as chemical messengers and change growth in low concentration (Davies, 2010) have significant role in pre-harvest fruit drop. It is suggested that auxin and gibberellin inhibit the fruit drop, but ethylene and abscisic acid (ABA) promote (Addicott, 1982; Estornell *et al.*, 2013). Therefore, the use of the plant growth regulators that inhibit ethylene synthesis in the plant has been the focus to prevent fruit drop in apples (Michelle *et al.*, 2016). The

physiological events regulated by ethylene, such as ethylene synthesis and therefore pre-harvest fruit drop, may be prevented by aminoethoxyvinylglycine (AVG) binding to the active site of enzyme 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase (ACS) and inhibiting the synthesis of ethylene immediate precursor aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC), which is thereafter converted into ethylene by ACC oxidase (ACO) (Huai *et al.*, 2001). AVG, which inhibits the increase in internal ethylene, has been shown to be effective in preventing pre-harvest fruit drop (Byers, 1997; Greene and Schupp, 2004; Kang *et al.*, 2007; Dal Cin *et al.*, 2008; Robinson *et al.*, 2010; Yildiz *et al.*, 2012; Ozturk *et al.*, 2015; Aglar *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2019). In the study, similarly with these results, AVG application had a positive effect on preserving the fruit retention force and thus preventing fruit drop, but this effect varied depending on the cultivar and application concentration. As a matter of fact, (McFadyen *et al.*, 2012; Ozkan *et al.*, 2016) have reported that the effect of AVG on fruit drop varies depending on the variety and application concentration. In the study, the application of AVG in the fruit size varied depending on the cultivars was effective. There were differences in the effect depending on the application concentration and cultivar. The highest fruit weight values were recorded in the trees treated with 225 mg L⁻¹ AVG in both cultivar while the Redchief cultivar, there were the significant differences between applications, and the fruit weight was lower with the control application. However, in the Braeburn cultivar, the difference between applications was generally not significant, the smallest fruit were harvested on trees treated with 125 mg L⁻¹ AVG. The supporting the study result, Phan-Thien *et al.* (2004), Greene (2006) and Petri *et al.* (2006) reported that the different results were obtained regarding the AVG effect on fruit size while Autio and Bramlage (1982) and Chun *et al.* (1997) determined that the effect of AVG on fruit weight may vary depending on the cultivar, application dose and ecological factors. However, it has been suggested that AVG significantly reduces fruit size in apples (Aglar *et al.*, 2016), but has no significant effect on sweet cherry (Aglar *et al.*, 2014).

With the progression of the fruit ripening, naturally SSC increases and acidity decreases, It is expected that AVG application, which delays fruit ripening with its effect on ethylene synthesis, has an effect that decreases SSC and increases acidity. The previous studies have shown the accuracy of this assumption. Thus Greene and Schupp (2004), Yildiz *et al.*, (2012); Aglar *et al.*, (2016) and Ozturk *et al.*, (2019) reported that with AVG application, there was a decrease in the amount of SSC in the fruit and an increase in the acidity rate.

In the study, the effect of AVG application on fruit firmness was significant. The fruit with higher fruit firmness values were harvested on AVG-applied trees. The effect of AVG varied depending on the application concentration and the fruit firmness increased with the increase in the concentration. This is related to AVG inhibiting ethylene synthesis (Greene, 2006; Yildiz *et al.*, 2012). In Apple (Byers, 1997; Greene, 2005; Amarante *et al.*, 2002; Argenta *et al.*, 2006; Greene, 2006; Yuan and Carbaugh, 2007; Yildiz *et al.*, 2012; Aglar *et al.*, 2016; Ozturk *et al.*, 2019) and sweet cherry (Aglar *et al.*, 2014; Koc Guler *et al.*, 2019) have shown that AVG application is effective in maintaining the fruit firmness.

Starch index, which is an indicator of fruit maturity, also affects the fruit drop (Blanpied and Silsby, 1992). The bio-regulators such as AVG and Naphthalene acetic acid (NAA), which are used to prevent the fruit drop, slow down starch degradation (Byers, 1997; Greene, 2005; Yuan and Carbaugh, 2007). In the previous studies, it was reported that with AVG application, the starch degradation was delayed in apple cultivars such as, "Red Chief" (Yildiz *et al.*, 2012), "McIntosh" (Stover *et al.*, 2003) while Schupp and Greene (2004) suggested that the effect varies depending on the application concentration. In the study, there was a decrease in the amount of starch in the fruit with AVG application. However, it can be said that application concentration has not been significant in AVG effect.

As a result, AVG application had a positive effect on maintaining the fruit retention force and thus the fruit drop, but this effect varied depending on the cultivar and application concentration. The effect of AVG application on fruit size, SSC, acidity, fruit firmness and starch degradation was found to be significant. Considering the results of the study, the study revealed that AVG application can be used effectively to prevent pre-harvest fruit drop.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

EK and EA contributed to the planning, design, analysis of fruit and data analysis of experiment, and writing of the manuscript.

REFERENCES

- Addicott, F. (1982). *Abscission*, 1st ed. University of California Press, Berkeley.
- Ağlar, E., Long, L. E., Ozturk, B., Saracoglu, O., Yildiz, K., & Karakaya, M. (2014). The efficacy of aminoethoxyvinylglycine (retain) for improving fruit set on '0900 Ziraat' sweet cherry. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2, 1475-1478.
- Ağlar, E., Yildiz, K., Ozkan, Y., Ozturk, B., & Erdem, H. (2016). The effects of aminoethoxyvinylglycine and foliar zinc treatments on pre-harvest drops and fruit quality attributes of Jersey Mac apples. *Halil Erdem Scientia Horticulturae*, 213, 173-178.
- Amarante, C. V. T. D., Simioni, A., Megguer, C. A., & Blum, L. B. E. (2002). Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(3), 661-664.
- Argenta, L. C., Vieira, M. J., Krammes, J. G., Petri, J. L., & Basso, C. (2006). AVG and 1-MCP effects on maturity and quality of apple fruit at harvest and after storage. *Acta Horticulturae*, 727, 495-503.
- Arseneault, M. H., & Cline, J. A. (2016). A review of apple preharvest fruit drop and practices for horticultural management. *Scientia Horticulturae*, 211, 40-52.
- Autio, W. R., & Bramlage, W. J. (1982). Effects of AVG on maturation, ripening, and storage of apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107, 1074-1077.
- Bangerth, F. (2000). Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. *Plant Growth Regulation*, 31, 43-59.
- Basak, A., & Buczek, M. (2010). The effectiveness of 3, 5, 6-TPA used against pre-harvest fruit drop in apple. Proc. XIth IS Plant Bioregulators Fruit Prod. *Acta Horticulturae*, 884, 215-222.
- Blanpied, G. D., & Silsby, K. J. (1992). Prediction of harvest date windows for apples. *Cornell Cooperative Extension*, 2212, 1-12.
- Byers, R. E. (1997). Peach and nectarine fruit softening following aminoethoxyvinylglycine sprays and dips. *HortScience*, 32, 86-88.
- Chun, J., Park, M., Hwang, Y., & Lee, J. (1997). Effect of AVG on harvest drop and fruit quality in 'Tsugaru' apples. *Journal of Korean Society of Horticultural Science*, 38, 147-152.
- Dal Cin, V., Boschetti, A., Dorigoni, A., & Ramina, A. (2007). Benzylaminopurine application on two different apple cultivars (*Malus domestica*) displays new and unexpected fruitlet abscission features. *Annals of Botany*, 99, 1195-1202.
- Dal Cin, V., Danesin, M., Botton, A., Boschetti, A., Dorigoni, A., & Ramina, A. (2008). Ethylene and preharvest drop: the effect of AVG and NAA on fruit abscission in apple (*Malus domestica* L. Borkh). *Plant Growth Regulation*, 56, 317-325.
- Dal Cin, V., Barbaro, E., Danesin, M., Murayama, H., Velasco, R., & Ramina, A. (2009). Fruitlet abscission: a cDNA-AFLP approach to study genes differentially expressed during shedding of immature fruits reveals the involvement of a putative auxin hydrogen symporter in apple (*Malus domestica* L. Borkh). *Gene*, 442, 26-36.
- Davies, P. J. (2010). *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action*, Springer, New York.
- Drazeta, L., Lang, A., Hall, A. J., Volz, R. K., & Jameson, P. E. (2004). Causes and effects of changes in xylem functionality in apple fruit. *Annals of Botany*, 93, 275-282.
- Eccher, G., Begheldo, M., Boschetti, A., Ruperti, B., & Botton, A. (2015). Roles of ethylene production and ethylene receptor expression in regulating apple fruitlet abscission. *Plant Physiology*, 169, 125-137.
- Estornell, L. H., Agustí, J., Merelo, P., Talón, M., & Tadeo, F. R. (2013). Elucidating mechanisms underlying organ abscission. *Plant Science*, 199-200, 48-60.
- Ferrero, S., Carretero-Paulet, L., Mendes, M. A., Botton, A., Eccher, G., Masiero, S., & Colombo, L. (2015). Transcriptomic signatures in seeds of apple (*Malus domestica* L. Borkh) during fruitlet abscission. *PLoS One*, 10, 1-15.
- Greene, D. W., Kaminisky, K., & Sincuk, J. (1987). An evaluation of stop drop materials in 1986. *Proceedings Massachusetts Fruit Growers Association*, 93, 74-78.
- Greene, D. W., & Schupp, J. R. (2004). Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of 'McIntosh' apples. II. Effect of timing and concentration relationships and spray volume. *HortScience*, 39, 1036-1041.
- Greene, D. W. (2005). Time of Aminoethoxyvinylglycine applications influences preharvest drop and fruit quality of 'McIntosh' apples. *HortScience*, 40(7), 2056-2060.
- Greene, D. W. (2006). An update on preharvest drop control of apples with aminoethoxyvinylglycine (ReTain). *Acta Horticulturae*, 727, 311-319.

- Greene, D. W., Krupa, J., & Autio, W. (2014). Factors influencing preharvest drop of apples. Proc. XIth IS Plant Bioregulators Fruit Prod, *Acta Horticulturae*, 1042, 231–236.
- Greene, D. W., & Schupp, J. R., (2004). Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of 'McIntosh' apples. II. Effect of timing and concentration relationships and spray volume. *HortScience* 39, 1036–1041.
- Hong, S., Sexton, R., & Tucker, M. L. (2000). Analysis of gene promoters for two tomato polygalacturonases expressed in abscission zones and the stigma. *PlantPhysiol*, 123, 869–881.
- Huai, Q., Xia, Y., Chen, Y., Callahan, B., Li, N., & Ke, H. (2001). Crystal structures of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase in complex with aminoethoxyvinylglycine and pyridoxal-5-phosphate provide new insight into catalytic mechanisms. *Journal of Biological Chemistry*, 276, 38210–38216.
- Kang, I., Byun, J., Kweon, H., Kim, M., Kwon, S., Park, M., Lee, D. H., Choi, C., & Choi, D. G. (2007). Effects of aminoethoxyvinylglycine on preharvest drop, fruit colour, and quality of 'Tsugaru' Apples. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 48, 159-164.
- Koc Güler, S., Karakaya, O., Karakaya, M. Ozturk, B., Aglar, E., Yarılgac, T., & Gun, S. (2019). Combined treatments of modified atmosphere packaging with aminoethoxyvinylglycine maintained fruit quality in sweet cherry throughout cold storage and shelf life. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(5), 13-26.
- McFadyen, L., Robertson, D., Sedgley, M., Kristiansen, P., & Olesen, T. (2012). Effects of the ethylene inhibitor aminoethoxyvinylglycine (AVG) on fruit abscission and yield on pruned and unpruned macadamia trees. *Scientia Horticulturae*, 137, 125–130.
- Meir, S., Philosoph-Hadas, S., Riov, J., Tucker, M.L., Patterson, S. E., & Roberts, J. A. (2019). Re-evaluation of the ethylene-dependent and -independent pathways in the regulation of floral and organ abscission. *Journal of Experimental Botany*, 70, 1461–1467.
- Miqueloto, A., Amarante, C. V. T. D., Steffens, C. A., dos Santos, A., & Mitcham, E. (2014). Relationship between xylem functionality, calcium content and the incidence of bitter pit in apple fruit. *Scientia Horticulturae*, 165, 319–323.
- Miranda, C., Santesteban, L. G., Royo, J. B. (2005). Removal of the most developed flowers influences fruit set, quality, and yield of apple clusters. *HortScience*, 40, 353–356.
- Ozkan, Y., Ozturk, B., & Yıldız, K. (2016). Effects of aminoethoxyvinylglycine and naphthaleneacetic acid on ethylene biosynthesis, pre-harvest fruit drop and fruit quality of apple. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 53(4), 893–901.
- Ozturk, B., Ozkan, Y., & Yildiz, K. (2015). AVG application regimes play an important role on pre-harvest drop and ripening of 'Jonagold' apples. *Semina Ciências agrárias*, 36, 3595–3604.
- Ozturk, B., Yildiz, K., Erdem, H., Karakaya, O., Ozturk, A., & Aglar, E. (2019). Aminoethoxyvinylglycine and foliar zinc treatments play a key role in pre-harvest drops and fruit quality attributes of 'william's pride' apple. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(2) 2019, 147–158.
- Petri, J. L., Leite, G. B., Argenta, L. C., & Basso, C. (2006). Ripening delay and fruit drop control in 'Imperial Gala' and 'Suprema' ('Fuji Sport') apples by applying AVG (Aminoethoxyvinylglycine). *Acta Horticulturae*, 727, 519–526.
- Phan-Thien, K. Y., Wargo, J. M., Mitchell, L. W., Collett, M. G., & Rath, A. C. (2004). Delay in ripening of 'Gala' and 'Pink Lady' apples in commercial orchards following pre-harvest applications of aminoethoxyvinylglycine. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44, 807–812.
- Polat, R., Güner, M., Dursun, E., Erdoğan, D., Gezer İ., & Bilim, C. (2007). *Badem meyvesinin mekanik hasadı*. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi, Kahramanmaraş.
- Robinson, T., Hoying, S., Lungerman, K., & Kvikly, D. (2010). AVG combined with pre-harvest drop of 'McIntosh' apples better than either chemical alone. Proc. XIth IS Plant Bioregulators Fruit Prod. *Acta Horticulturae*, 884, 343–350.
- Schupp, J. R., & Greene, D. W., (2004). Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of 'McIntosh' apples. I. Concentration and timing of dilute applications of AVG. *HortScience*, 39, 1030–1035.
- Souzaa, K. O., Silveira, A. G., Lopes, M. M. A., Moura, C. F. H., Silva, E. O., Ayala-Zavala, J. F., Soares, L. S. P., & Miranda, M. R. A. (2019). AVG and GA3 prevent preharvest fruit drop and enhance postharvest quality of 'BRS 189' cashew. *Scientia Horticulturae*, 257, 108771.
- Stover, E., Fargione, M. J., Watkins, C. B., Lungerman, & K. A. (2003). Harvest management of 'Marshall McIntosh' apples: Effects of AVG, NAA, ethephon, and summer pruning on preharvest drop and fruit quality. *HortScience*, 38, 1093-1099.
- Thompson, D. S., & Osborne, D. J. (1994). A role for the stele in intertissue signaling in the initiation of abscission in bean leaves (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Physiology*, 105, 341–347.

- Vriezen, W. H., Feron, R., Maretto, F., Keijman, J., & Mariani, C. (2008). Changes in tomato ovary transcriptome demonstrate complex hormonal regulation of fruit set. *New Phytologist*, *177*, 60–76.
- Ward, D. L. (2004). *Factors Affecting Preharvest Fruit Drop of Apple*. PhD. Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia, USA.
- Yildiz, K., Ozturk, B., & Ozkan, Y. (2012). Effects of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of 'Red Chief' apple. *Scientia Horticulturae*, *144*, 121–124.
- Yuan, R., & Carbaugh, D. (2007). Effects of NAA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis preharvest fruit drop, fruit maturity and quality of 'GoldenSupreme' and 'Golden Delicious' apples. *Hortscience*, *42*, 101–105.



Araştırma Makalesi

Torba ve Blok Pres Yetiştirme Sistemlerinin *Agaricus bisporus* Mantarının Verim ve Morfolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Erkan Eren^{1*} , Mehmet Çetin¹ , Aysun Pekşen² 

¹Ege Üniversitesi, Bergama Meslek Yüksek Okulu, Mantarcılık Programı, İzmir

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

Geliş tarihi (Received): 27.04.2021

Kabul tarihi (Accepted): 08.06.2021

Anahtar kelimeler:

Kültür mantarı, verim, kalite, blok pres, torba kültürü

Özet. Çalışmada silindirik şekilli geleneksel torbalar ile son yıllarda ülkemizde de yaygın olarak kullanılan blok pres torbalar ile yapılan yetiştiricilik sistemlerinin beyaz şapkalı (*Agaricus bisporus*) mantarların verim ve morfolojik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Torba ve blok pres sistemlerinden elde edilen mantarların ortalama mantar ağırlığı, şapka çapı, sap uzunluğu ve sertlik değerleri bakımından aralarında istatistiksel olarak fark olmadığı, toplam mantar sayısı, şapka yüksekliği, sap çapı ve uzunluğu bakımından ise farkın önemli ($p < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Blok pres torba sisteminden elde edilen verim değeri ($26.58 \text{ kg } 100 \text{ kg kompost}^{-1}$), torba sisteminden ($22.23 \text{ kg } 100 \text{ kg kompost}^{-1}$) elde edilen verim değerine göre istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur. Blok pres sistemi, torba sistemine göre %4.35 oranında verim artışı sağlamıştır. Çalışma sonuçları ve iki sistem farklı yönleriyle değerlendirildiğinde blok pres torba sisteminin kullanılması üreticilere önemli avantajlar sağlayacaktır.

*Sorumlu yazar

erkan.eren@ege.edu.tr

The Effect of Bag and Block Press Growing Systems on Yield and Morphological Properties of *Agaricus bisporus* Mushroom

Keywords:

Cultivated mushroom, yield, quality, block press, bag cultivation

Abstract. In this study, the effects of growing systems used with block press bags, which are widely used in our country in recent years, and traditional cylindrical bags on the yield and morphological characteristics of button (*Agaricus bisporus*) mushroom were investigated. It was determined that the mushrooms obtained from bag and block press systems were not statistically different in terms of average fruit bodies weight, cap diameter, stem length and hardness values, and the difference between them was significant ($p < 0.05$) in terms of total fruit bodies number, cap height, stem diameter and length. The yield value obtained from the block press bag system ($26.58 \text{ kg } 100 \text{ kg compost}^{-1}$) was found to be statistically significantly higher than the yield value obtained from the bag system ($22.23 \text{ kg } 100 \text{ kg compost}^{-1}$). The block press system provided a 4.35% increase in yield compared to the bag system. When the results of the study and the two systems are evaluated from different aspects, the use of the block press bag system will provide significant advantages to the producer.

GİRİŞ

Türkiye’de kültür mantarı üretimi özellikle son 10 yılda hızlı bir gelişim göstermiştir. 1973 yılında kültür mantarı üretim miktarı 80 ton (Erkal ve Aksu, 2000) iken, bu değer 2000’li yıllarda 18.000 ton ve 2018 yılında 65.000 tona yükselmiştir (Eren ve Pekşen, 2019). Türkiye’de kültür mantarı işletmelerinde üretilen kompost ve satılan misel miktarlarına göre tarafımızdan yapılan hesaplamalara göre 2020 yılında ise mantar üretiminin yaklaşık 70.000 ton/yıl seviyesine yükseldiği tespit edilmiştir. Başta Akdeniz, Marmara, Ege ve İç Anadolu bölgelerimizde yaygınlaşmaya başlayan kültür mantarı yetiştiriciliği, son yıllarda hemen hemen tüm bölgelerimizde yapılmaya başlamıştır. Mantar sektörüne verilen desteklerin artması, sektörün gelişmesinde önemli bir etken olmuştur. Ayrıca sektörde beyaz şapkalı mantar dışında farklı mantar türlerinin ticari yetiştiriciliği de yaygınlaşmaktadır. Özellikle istiridye/kayın (*Pleurotus ostreatus*) mantarının beyaz şapkalı (*Agaricus bisporus*) mantara oranla daha kolay ve düşük maliyetli üretilmesi nedeniyle toplam mantar üretimindeki payının arttığı ve üretimdeki payının %14 seviyelerine ulaştığı görülmektedir. Bununla birlikte mantar üretimimizin % 75’ini *Agaricus* cinsi mantarlar oluşturmaktadır (Eren ve Pekşen, 2019).

Mantar yetiştiriciliği yapısı itibarıyla diğer tarımsal yetiştiricilik kollarından oldukça farklıdır. Mantar yetiştiriciliğinde üretim odalarında kompostun yerleştirildiği ranza ve raflar gibi taşıyıcılarla katlı sistemde dikey tarım modeli kullanılmaktadır. Bu da birim alandan çok daha fazla ürün alınabilmesini sağlamaktadır. Ranza ve raflarda torba sistem ile yetiştiricilik yapılmakta, son yıllarda ise, blok pres haline getirilmiş misel ekili hazır kompostlar kullanılmaktadır. Günümüzde mantar yetiştiren birçok ülkede torba/blok sisteminin varyasyonları kullanılarak üretim yapılmaktadır (Samp, 2017).

Türkiye’de ticari kültür mantarı yetiştiriciliğine 1980’li yıllarda başlanmış ve genel olarak torba kültürü olarak da tanımlanan silindirik prizma şekline sahip plastik torbalar içerisinde üretimin yapılması tercih edilmiştir (Günay, 1995). Başlangıçta torba sisteminde yaklaşık 60 cm çapında silindirik plastik torbalarda beyaz şapkalı mantar üretilirken daha sonraki süreçte 45-50 cm çapında daha küçük torbalarda da üretim yapılmaya başlanmıştır. Yaklaşık 25-40 cm yüksekliğinde olan bu torbalarda ortalama 10-15 kg kompost bulunmaktadır.

2000’li yıllarda torba sisteminin yanında blok pres adı verilen dikdörtgen prizması şeklinde plastik paketlerde misel ekili kompostların üretim için kullanımına başlanmıştır. Blok pres kompostlar; 35 x 50 cm ve 40 x 60 cm olmak üzere iki farklı ölçekte oluşturulmuş ve ağırlıklarına göre blok preslerin yükseklikleri ayarlanmıştır. Ortalama 15-25 cm aralığında yüksekliklere sahip olan bloklarda yaklaşık 12-23 kg arasında kompost bulunmaktadır.

Ülkemizde beyaz şapkalı mantar üretiminde II. fermantasyonu (Faz II) tamamlamış ve misel ekimi gerçekleştirilmiş bir şekilde hem torba hem de blok pres sistemi kullanılmaktadır. Eren ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada Türkiye’de orta ve büyük mantar işletmelerinde pastörizasyon sonrası kompostun %50 torba, %40 blok pres ve %10 kasa sistemi şeklinde paketlendiğini bildirmişlerdir. Son yıllarda büyük işletmelerde torba sisteminin yerini blok pres sisteminin aldığı ve blok pres kullanım oranının yaklaşık %90 seviyelerine ulaştığı görülmektedir. İşletmeler hangi yetiştirme sistemini kullanacağına; işçilik, işletmenin yapısı, kompost temin ettiği işletmenin üretim şekline göre karar vermektedir. Ancak bu iki yetiştirme sisteminin verim ve mantarın morfolojik özellikleri üzerine etkisinin karşılaştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Torba ve blok pres sistemlerinin beyaz şapkalı mantarın verim ve mantar kalitesi üzerine etkilerinin ortaya konması bu karar aşamasında mantar üreticilerine önemli katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada torba ve blok pres yetiştirme sistemlerinin beyaz şapkalı mantarın verim ve verim unsurları ile morfolojik özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma iklimlendirmesi bilgisayar kontrollü otomasyon sistemlerine sahip Ege Üniversitesi Bergama Meslek Yüksekokuluna ait üretim odalarında gerçekleştirilmiştir. Denemede Müpa Tarım mantar işletmesi tarafından hazırlanan ve Sylvan A15 miseli ile aşılınmış kompostlar kullanılmıştır. Kompostlar torba ve blok press sistemi olmak üzere 2 farklı şekilde hazırlanmıştır. Torba sisteminde her bir torba da 12 kg kompost olacak şekilde toplam 10 poşet kullanılmıştır. Blok pres sisteminde ise kompostlar 1 m x 1.4 m ebatlarında olacak şekilde hazırlanmıştır. Çalışmada ele alınan torba ve blok pres torba yetiştirme sistemlerinin görünümü Şekil 1’de verilmiştir. Kompost miktarları her iki sistem için her bir tekerrürde eşit miktarda (120 kg) olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme, Tesadüf Parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur (Gülümser ve ark., 2006).

Misel ön gelişme aşamasında üretim odasının sıcaklığı, kompost sıcaklığı 24-26 °C olacak şekilde, yaklaşık 21-24 °C’ye ayarlanmıştır. Bu dönemde oda nemi %90-95 civarında tutulmuştur. CO₂ seviyesini yüksek tutabilmek için

üretim odasına taze hava verilmemiş, oda içerisinde ısı dengesini sağlayabilmek için iç sirkülasyon yapılmıştır. Misel gelişimi tamamlandıktan sonra torba ve blok pres sisteminde kompost yüzeyleri tiftiklenip tokmaklanarak örtü toprağı serimi için hazır hale getirilmiştir. Bu işlemden sonra örtü toprağı 4-5 cm kalınlıkta olacak şekilde serilmiştir. Örtü toprağının seriminin 8. gününde tırmıklama işlemi yapılmıştır. Tırmıklama işleminden yaklaşık 2 gün sonra tırmıklanan örtü toprağının üzerinde kırılan miseller tekrar bağlanmaya ve gelişmeye başladığı an itibari ile oda sıcaklığı kademeli olarak 16-17 °C'ye düşürülmüştür. Soğutmaya alma dönemi olarak adlandırılan bu dönemde oda sıcaklığının yanında odanın CO₂ seviyesi de yaklaşık 5000-6000 ppm'den 1750-2000 ppm seviyelerine düşürülmüştür. Tırmıklamadan yaklaşık 9-10 gün sonra mantar taslakları oluşmaya başlamış ve taslakların gelişimi ile flaş dönemi başlamıştır.

Verim miktarı 2 flaştan alınan mantar ağırlıkları ile tespit edilmiştir. Her hasatta alınan ürünün bir üretim dönemindeki toplam miktarı 100 kg kompost üzerinden hesaplanarak verim değerleri kg olarak belirlenmiştir (Verim= kg mantar 100 kg kompost⁻¹). Verim unsurları ile ilgili toplam mantar sayısı (adet), her bir tekerrürdeki 120 kg kompost üzerinden elde edilen değerlerin ortalamasıdır. Kalite özellikleri ile ilgili olarak ortalama mantar ağırlığı (g), şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı ve sap uzunluğu Uzun (1996)'ya göre ölçülmüştür. Mantar eti sertliği (kg cm⁻²), 4 mm çapında uca sahip el tipi penetrometre ile tespit edilmiştir. Mantarların morfolojik ve sertlik özellikleri her uygulamanın tüm tekerrürlerinde rastgele seçilen 10 mantar örneğinde yapılan ölçümlerle tespit edilmiştir.



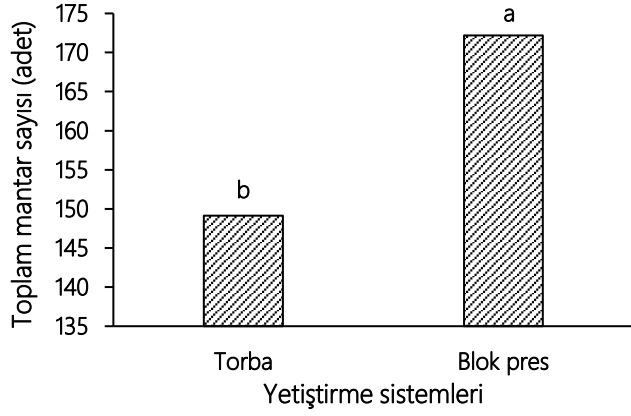
Şekil 1. Çalışmada kullanılan torba (solda) ve blok pres torba (sağda) yetiştirme sistemleri.
Figure 1. Bag (left) and block press bag (right) growing systems used in the study.

Denemeden elde edilen verilerin SPSS (ver. 15.0 for Windows) istatistik programında varyans analizleri yapılmış, gruplandırmalarda Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçların istatistiksel değerlendirmelerinde farklar arasındaki önemlilik % 5 olarak belirtilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada torba ve blok pres yetiştirme sistemlerinde üretilen toplam mantar sayısı ve verim değerleri sırasıyla Şekil 2 ve 3'de, mantarların ortalama mantar ağırlığı, şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı, sap uzunluğu ve sertlik değerleri ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Torba ve blok pres yetiştirme sistemlerinin toplam mantar sayısı üzerine etkisi önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. En yüksek toplam mantar sayısı blok pres sisteminden (172.17 adet), en düşük ise torba sisteminden (149.12 adet) elde edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Torba ve blok pres yetiştirme sistemlerinin *Agaricus bisporus*'un toplam mantar sayısı üzerine etkisi.

Figure 2. The effect of bag and block press growing systems on the total fruit bodies number of *Agaricus bisporus*.

Yetiştirme sistemleri verim bakımından karşılaştırıldığında aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Blok pres torba sisteminden elde edilen verim değeri ($26.58 \text{ kg } 100 \text{ kg kompost}^{-1}$), torba sisteminden elde edilen verim değerine ($22.23 \text{ kg } 100 \text{ kg kompost}^{-1}$) göre istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur (Şekil 3). Verim değerleri arasındaki bu fark blok pres sisteminde elde edilen toplam mantar sayısının torba sistemine göre daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 2). Farklı amaçlarla beyaz şapkali mantarda yürütülen çalışmalarda verim değerlerinin $4.25\text{-}26.74 \text{ kg } 100 \text{ kg kompost}^{-1}$ olduğu bildirilmiştir (Pardo ve ark., 2004; Polat ve ark., 2008; Şimşek ve ark., 2008; Pekşen ve Günay, 2009; Eren ve Boztok, 2013; Çetin ve ark., 2016).



Şekil 3. Torba ve blok pres yetiştirme sistemlerinin *Agaricus bisporus* verimi üzerine etkisi.

Figure 3. The effect of bag and block press growing systems on the yield of *Agaricus bisporus*.

Yetiştirme sistemlerinden elde edilen mantarların ortalama ağırlıkları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Çalışmada elde edilen ortalama mantar ağırlıkları ($17.89\text{-}18.54 \text{ g}$), çay atıklarının *A. bisporus* yetiştiriciliğinde kompost olarak kullanım durumunu inceleyen Pekşen ve Günay (2009)'ın elde ettikleri mantar ağırlıkları ile ($15.14\text{-}21.16 \text{ g}$) benzerdir. Yadav ve ark. (2017), farklı örtü toprağı karışımlarının iki farklı *A. bisporus* ırklarının verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada ortalama mantar ağırlıklarının $11.66\text{-}32.00 \text{ g}$ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Torba ve blok pres yetiştirme sistemlerinin *Agaricus bisporus* mantarının özellikleri üzerine etkisi.

Table 1. The effect of bag and block press growing systems on the characteristics of *Agaricus bisporus* mushroom.

Yetiştirme Sistemleri	Ortalama Mantar Ağırlığı (g)	Şapka Çapı (cm)	Şapka Yüksekliği (cm)	Sap Çapı (cm)	Sap Uzunluğu (cm)	Sertlik (kg cm ⁻²)
Torba	17.89	4.34	3.00 b*	1.86 a*	2.09	1.99
Blok pres	18.54	4.23	3.17 a	1.75 b	2.09	1.99

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemlidir.

Torba ve blok pres sistemlerinde mantarların şapka çapı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. İki farklı üretim sisteminden elde edilen mantarların şapka çapı değerleri torba sisteminde ortalama 4.34 cm ve blok pres sisteminde ise 4.23 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Şapka çapı ile ilgili elde edilen bulgular, Pekşen ve Günay (1998)'in (4.37 ve 4.40 cm) ve Kerketta ve ark. (2019)'nın (3.99-4.50 cm) bulgularıyla uyumlu bulunmuştur. Eren ve Boztok (2013) tarafından farklı örtü toprağı materyalinin verim ve kalite kriterleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada kompostlar ortalama 12 kg'lık torba sisteminde yetiştirilmiş olup, bu uygulamalarda mantarların şapka çapı değerlerinin 3.53-4.24 cm arasında değiştiği bildirilmiştir. Çalışmada şapka çapı değerleri Yadav ve ark. (2017)'nin belirlediği şapka çapı (4.13-5.43 cm) ve Erdoğan ve ark. (2018)'nin belirlediği şapka çapı değerlerinden (4.92-5.21 cm) düşük bulunmuştur.

Şapka yüksekliği bakımından torba ve blok pres sistemleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır. Blok pres ile yapılan üretimde mantarların ortalama şapka yüksekliği 3.17 cm, torba sistemi ile yapılan üretim sonrasında mantarların ortalama şapka yüksekliği ise 3.00 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Elde edilen bulgular şapka yüksekliğinin 1.88-2.12 cm arasında değiştiğini bildiren Eren ve Boztok (2013)'ün bulgularından daha yüksek bulunmuştur.

Torba sistemi ile yapılan üretimde mantarların sap çapı değerleri (1.86 cm), blok pres sistemine göre (1.75 cm) istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 1). Sap çapı ile ilgili bulgularımız Günay ve Uzun (1996), Padem ve ark. (2003), Çetin ve Eren (2017) ve Erdoğan ve ark. (2018)'nin bulgularıyla (sırasıyla 1.69-1.98 cm, 1.96-3.11 cm, 1.78-1.80 cm ve 1.85-2.16 cm) uyumludur.

İstatistiksel analiz sonucunda torba ve blok pres sistemlerinde mantarların sap uzunluğu değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada her iki sistemde mantarların ortalama sap uzunlukları 2.09 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Elde ettiğimiz sap uzunluk değerleri, Yadav ve ark. (2017)'nin elde ettiğini bildirdiği sap uzunluk değerleri (1.93-3.03 cm) ile uyumlu bulunmuştur. Yapılan bazı çalışmalarda *A. bisporus* mantarının sap uzunluk değerlerinin 1.58-4.85 cm arasında değiştiği bildirilmiştir (Padem ve ark., 2003; Çetin ve Eren, 2017; Erdoğan ve ark., 2018).

Her iki sistemde de üretilen mantarların sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmamış ve sertlik değerleri 1.99 kg cm^{-2} olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Sertlikle ilgili elde edilen bulgular, Lee ve ark. (2014)'nin iki farklı *A. bisporus* ırkında belirledikleri $5.25-5.76 \text{ kg cm}^{-2}$ sertlik değerlerinden düşük bulunmuştur. Bununla birlikte çalışmada elde edilen sertlik değerlerinin farklı örtü materyallerinde yetiştirilen mantarların sertlik değerlerinin $1.42-3.87 \text{ kg cm}^{-2}$ olduğunu bildiren Duran (2021)'in bulguları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Çalışmada her iki yetiştirme sisteminden elde edilen mantarların özelliklerinin (şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı ve uzunluğu, sertlik) pazarda tercih edilen optimum değerler arasında olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte pazarlanabilir ürün üretimi yanında her iki yetiştirme sisteminin karşılaştırılmasında en önemli parametre olan verim ve toplam mantar sayısı arasındaki fark önemli bulunmuştur (Şekil 2 ve 3). Üretim maliyetlerinin her geçen gün artmış olduğu ülkemizde, verim bakımından torba sistemine göre blok pres sistem ile elde edilen %4.35 oranındaki verim artışı, işletmelerin üretim maliyetlerini azaltacağı gibi işletmenin toplam cirosunu, dolayısıyla karlılığını da yükseltmesi bakımından önemlidir.

Bu iki yetiştirme sistemini diğer yönleri ile karşılaştıracak olursak, blok pres sistemi mekanizasyona daha fazla imkan tanıyarak işçilik maliyetini azaltmaktadır. Nakliyesi daha kolaydır ve üretim odalarında yerleşimleri itibari ile birim alanda daha fazla kompost yerleşimine (daha fazla kullanım (üretim) alanına) imkan tanımaktadır. Ayrıca küçük üreticilerden büyük modern üretim tesislerine kadar hizmet sunabilme avantajına sahiptir. Diğer taraftan blok pres kompostlar ile yapılan üretimde kompostların tiftiklenmesi, örtü toprak serimi gibi kültürel işlemler için kullanılan işçilik maliyetlerinin düşük olması, bu sistemde yapılacak kültür mantarı üretiminde tercih nedeni olacaktır. Tüm bu sayılan avantajları nedeniyle blok pres ile hazırlanmış kompostlar sadece beyaz şapkalı mantar üretiminde değil, farklı mantarların üretiminde de yaygın olarak kullanılabilir.

Sonuç olarak çalışmada elde edilen verim ve kalite değerleri ile kullanımda sağladığı faydalar dikkate alındığında; blok pres torba sisteminin kullanılması üreticilere önemli avantajlar sağlayacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve makalenin yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Erkan Eren ve Mehmet Çetin denemenin yürütülmesi ve verilerin elde edilmesinde, Aysun Pekşen makalenin yazımında görev almıştır. Denemenin planlanması, verilerin istatistiksel analizleri ve sonuçların yorumlanmasında yazarlar birlikte katkı sağlamışlardır.

KAYNAKLAR

- Çetin, M., & Eren, E. (2017). Hacimsel olarak farklı oranlardaki torf ve pomza karışımının mantarın (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing) verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(2), 207-213.
- Çetin, M., Özaktan, H., & Boztok, K. (2016). Örtü toprağında bulunan bazı yararlı bakterilerin kültür mantarı *Agaricus bisporus*'un gelişim ve verimi üzerine etkileri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 4(3), 197-203.
- Duran, H. (2021). *Farklı atık materyallerin mantar yetiştiriciliğinde örtü toprağı olarak kullanım olanakları*. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Erdoğan, F., Paksoy, M., Seymen, M., & Türkmen, Ö. (2018). Farklı sıcaklık uygulamalarının mantarda (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) verim ve karpofor özellikleri üzerine etkileri. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 8(2), 70-77.
- Eren, E., & Boztok, K. (2013). Farklı artık materyallerin *Agaricus bisporus* mantar üretiminde örtü toprağı olarak kullanılabilme olanakları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 9-16.
- Eren, E., & Pekşen A. (2019). Türkiye'de kültür mantarı üretimi ve teknolojik gelişmeler. *Mantar Dergisi*, 10, 225-233.
- Eren, E., Öztekin, G.B., & Tüzel, Y. (2016). Türkiye'de orta ve büyük ölçekli mantar işletmelerinin değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 230-238.
- Erkal, S., & Aksu, Ş. (2000). *Türkiye'de kültür mantarı sektöründeki gelişmeler ve işletmelerin yapısal özellikleri*. Türkiye 6. Yemeklik Mantar Kongresi, Bergama, İzmir.
- Gülümser, A., Bozoğlu, H., & Pekşen, E. (2006). *Araştırma ve Deneme Metotları*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, 48.
- Günay, A. (1995). *Mantar Yetiştiriciliği*. İlke Kitap ve Yayınevi, Ankara. ISBN:975-7923-15X
- Günay, A., & Uzun, A. (1996). *Buğday sapı ve tavuk gübresinin esas alındığı değişik yetiştirme ortamlarının mantarın (*Agaricus bisporus*) verim ve kalitesi üzerine etkileri*. Türkiye 5. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova.
- Kerketta, A., Shukla, C. S., & Singh, H. K. (2019). Evaluation of different casing materials for growth and yield of buton mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 207-209.
- Lee, B. J., Lee, M. A., Kim, Y. G., Lee, K. W., Lee, B. E., & Song, H. Y. (2014). Varietal characteristics of new white button mushroom 'Seolwon' in *Agaricus bisporus*. *Journal of Mushrooms*, 12(2), 82-87.
- Padem, H., Ünlü, H., & Takka, H. (2003). *Agaricus bisporus* üretiminde ağaç işleme sanayi atık maddeleri ve humik asit uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 12(46), 8-11.
- Pardo, A., De Juan, A. J., Pardo, J., & Pardo, J. E. (2004). Assesment of different casing materials for use as peat alternatives in mushroom cultivation. Evaluation of quantitative and qualitative production parameters. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(2), 267-272.
- Pekşen, A. U., & Günay, A. (1998). *Çeltik ve buğday sapının değişik oranlarda karışımlarından hazırlanan kompostların mantarın (*Agaricus bisporus* L.) verim ve kalitesi üzerine etkileri*. 2. Sebze Tarımı Sempozyumu, Tokat.
- Pekşen, A., & Günay, A. (2009). Kültür mantarı (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) yetiştiriciliğinde çay atığı ve buğday sapı karışımından hazırlanan kompostların kullanımı. *Ekoloji Dergisi*, 19(73), 48-54.
- Polat, E., Erler, F., Demir, H., Cetin, H., & Erdemir, T. (2008). The effect of vegetable materials on the yield and productivity of *Agaricus bisporus*. *Interciencia*, 33(10), 776-780.
- Samp, R. (2017). The bag or block system of *Agaricus* mushroom growing. *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*, 175-195.
- Şimşek, H., Baysal, E., Çolak, M., Toker, H., & Yılmaz, F. (2008). Yield response of mushroom (*Agaricus bisporus*) on wheat straw and waste tea leaves based composts using supplements of some locally available peats and their mixture with some secondary casing materials. *African Journal of Biotechnology*, 7, 88-94.
- Uzun, A. (1996). *Karadeniz bölgesinde kültür mantarı (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) üretiminde kullanılacak organik materyallerin tespiti ile bunların mantarın verim ve kalitesine etkisi üzerine bir araştırma*. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun,

Yadav, M. K., Ram, C., Yadav, S. K., Dhakad, P. K., Srivastava, A. K., Dwivedi, P. K., & Sushreeta, N. (2017). Comparative evaluation of locally available casing materials for quantitative and qualitative effect on two strains of *Agaricus bisporus* (Lange). *Biochemical and Cellular Archives*, 17(1), 133-139.



Research Article

Determination of Freezing Points of Seconder Buds in *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*

Muhammed Küpe 

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey

Received: 06.07.2021

Accepted: 02.08.2021

Keywords:

Grapevine, DTA, cold damage secondary buds

*Corresponding author

muhammed.kupe@atauni.edu.tr

Abstract. This study was carried out to determine ability of seconder buds to winter freezing in two *Vitis* species viz. *Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L. In 2016 and 2017, one genotype of *V. vinifera* and one genotype of *V. labrusca* were sampled at 3 different periods during winter dormant period. The one-year-old shoots obtained from vineyards in winter and the seconder buds on 4th, 5th and 6th nodes on shoots has been used for freezing test. For freezing test, DTA (Differential Thermal Analyses) methods has been used and test was started at +4 °C and temperature has been decreased and terminated at -30 °C. According to test results, the highest and the lowest temperatures to start freezing of seconder buds of the genotype belongs to *V. vinifera* was -16.48 °C and -19.49 °C, respectively. For *V. labrusca* genotype, these values were -15.77 °C and -20.99 °C, respectively. The short period of exotherm has been occurred in deep dormancy period for both species. As a result, freezing points of seconder buds varied among species as well years and physiological status of plants. Determining of freezing points of secondary buds in grapes, it is possible to make better prediction of winter injury.

Vitis vinifera and *Vitis labrusca*'da Sekonder Tomurcukların Donma Noktalarının Belirlenmesi

Anahtar kelimeler:

Asma, DTA, sekonder tomurcuk, soğuk zararı.

Özet. Bu çalışma, asma kış gözlerinde ikincil sürgün yatağı olarak bilinen sekonder tomurcukların kış donlarına dayanım kabiliyetlerini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. 2016 ve 2017 yıllarında *Vitis vinifera* L. ve *Vitis labrusca* türlerine ait birer genotip üzerinde yürütülen çalışmada örnekler üç farklı dinlenme döneminde alınmıştır. Bağdan alınan bir yaşlı dalların 4., 5. ve 6. boğumlardaki kış gözleri içerisinden sekonder (ikincil) tomurcuklar ayrılarak teste tabi tutulmuştur. Don testi DTA (Diferansiyel Termal Analiz) yöntemi ile yapılmış ve +4 °C'de başlatılan testte sıcaklık kademeli olarak düşürülmüş ve -30 °C'de test sonlandırılmıştır. Yapılan test sonucunda, *Vitis vinifera* türüne ait genotipin sekonder tomurcuklarının donmaya başladığı en yüksek sıcaklığın -16,48 °C, en düşük sıcaklığın ise -19,49 °C'de olduğu, *Vitis labrusca* türüne ait genotipin sekonder tomurcuklarının ise donmaya başladığı sıcaklıkların -15,77 °C ile -20,99 °C'de arasında gerçekleştiği belirlenmiştir. Her iki yılda da *Vitis vinifera* türüne ait sekonder tomurcukların donmaya başladığı en düşük sıcaklıkların dayanıklılığın kazanıldığı derin dinlenme döneminde, *Vitis labrusca* türüne ait sekonder tomurcukların ise dinlenmenin henüz başına tekabül eden aklımasyon döneminde olduğu belirlenmiştir. Ekzoterm süreleri bakımında da her iki tür için de en kısa süreli ekzotermilerin derin dinlenme döneminde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak sekonder tomurcukların donma noktasının türler arasında farklılık gösterdiği gibi, yıldan yıla ve bitkinin içerisinde bulunduğu fizyolojik döneme göre de değişebildiği tespit edilmiştir. Sekonder tomurcukların donma noktalarının belirlenmesi ile asma kış gözlerinde daha doğru don hasarı tespitinin yapılabilmesinin mümkün olacağı kanaati oluşmuştur.

INTRODUCTION

In Turkey, frost events cause great damage to the vineyards for some years, facing producers to significant economic losses. Frost events can be classified into 3 sections: spring frosts, winter frosts and autumn frosts (Uzun, 1996; Çelik *et al.*, 1998). However in particular transit regions where the continental climate is dominant vineyards are damaged mostly by low winter temperatures (winter frosts). Winter frosts can cause damage to the winter buds, one-year branches and even the old trunks of the grapevines during the dormant period in the winter months (Küpe and Köse, 2016). Frost resistance or cold hardiness in grapevine is affected mainly by genetic characteristics of the species and varieties, morphological and physiological status of the plant, environmental conditions and cultural practices applied are also affects frost resistance (Eriş, 1982; Rogiers, 1999; Grant *et al.*, 2009). Frost resistance is not constant; even in the same grape variety varies throughout the year or between years and regions (Seyedbagheri and Fallahi, 1994; Sivritepe *et al.*, 2001). In the formation of frost damage, the rate of decrease in temperature, the degree of low temperature, the duration of stay at this temperature and the rate of rise of the temperature following frost are effective. In the xylem tissues and dormant buds of most of the deciduous fruit species, water begins to freeze at temperatures lower than 0 °C and this event is called deep super cooling (Salisbury *et al.*, 1992). The degree of freezing of intracellular water, ie temperatures at which deep super cooling occurs, is possible by determining the low temperature exotherms (LTE) at this point. (Andrews *et al.*, 1984). LTE works by diagnosing the heat that occurs in ice core formation in the winter buds. As in many woody species, in order to determine the tolerance of tissues to low temperatures in grapevines, natural frost conditions are imitated and controlled frost tests are carried out in the laboratory.

The dormant buds in grapevine are referred to as "compound" buds, as they contain three, internal buds. These are called the primary, secondary and tertiary buds. The primary bud is the main fruiting bud for the following year and generally contains 2-3 inflorescence primordia and 6-12 leaf primordia by the time of winter dormancy, depending on the variety and species. Unfortunately, it is also the least cold hardy of the three buds. The secondary bud may or may not be fruitful, the extent of which is also determined by the variety and species, and may contain 4-6 leaf primordial by the time of winter dormancy. The tertiary bud is vegetative [Keller, 2015; Küpe and Köse, 2019]. The primary bud is less cold hardy because the larger organs and more differentiated (specialized) cells reduce its ability to super-cool and heal in response to damage. Secondary buds, which can form efficient summer shoots in case of primary buds in grapevine damaged in winter month for any reason (low winter temperatures, bud necrosis, etc.), are very important for viticulture. These secondary buds are important not only because they contain the final vitality of the grapevine but also contain a certain amount of bunch (Fidan, 1985; Ağaoğlu, 1999; Keller, 2015; Küpe and Köse, 2019).

The main purpose of this study is to determine the freezing points of secondary buds of 2 *Vitis* species and to determine whether there are differences in freezing points between dormant periods among them.

MATERIAL AND METHOD

Plant Material

This study determined the freezing points of secondary buds of genotypes belonging to *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* at long-term low temperatures occurring in different dormant periods (acclimation, resistance and deacclimation) in 2016-2017 and 2017-2018. In the study, a genotype belonging to these species, which exhibit different characters in terms of low temperature tolerance, was preferred. For this purpose, grapevine shoots (cv. Karaerik belongs to *V. vinifera*) was obtained from 25 old vineyards established with the Baran system in Erzincan (Üzümlü) province, which exhibits microclimate in the Eastern Anatolia Region. 53 Pazar 01 genotype of *V. labrusca* specie, which stands out with its resistance to moisture and fungal diseases, was taken from a 15-year-old vineyard, which was trained with a wire training system in Samsun Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture Application and Research Orchard located in the Black Sea Region. A total of 30 (one year old shoots) including buds were obtained in acclimation, resistance and deacclimation period and were transferred quickly to laboratory.

DTA Testing

Secondary buds are separated from other buds with sharp scalpel and conductive paste is applied to their lower surfaces and placed in the Thermo electric module (TEM) tables for DTA testing. DTA test was started by placing the samples in the TEM tables in the temperature controlled cabin (at +4 °C) quickly. Samples were tested at a temperature drop rate of 4 °C hour⁻¹. During the DTA test of all samples, the electrical voltage outputs obtained from TEMs were recorded on the computer (50.000 data sec⁻¹) and the exotherm temperatures were

determined by using the temperature value recorded by a thermocouple in each TEM tray. Test ending temperature was determined as $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Mills *et al.*, 2006). A total 360 secondary buds each genotype were used for analysis. During the DTA test, the samples were placed on the trays with 1 bud sample in each well.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 and 2 shows 1st and 2nd year freezing test results of both species. When the secondary buds of Karaerik grape variety sampled in 1st year and were examined, it is seen that the temperatures at which the buds begin to freeze are found to be between $-17.14\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $-19.49\text{ }^{\circ}\text{C}$. While the highest temperature ($-17.14\text{ }^{\circ}\text{C}$), where the buds started to freeze, was observed in the acclimation period and the lowest temperature ($-19.49\text{ }^{\circ}\text{C}$) was seen in the resistance period. The exotherm duration from the highest to the lowest occurred in the periods of acclimation (2 min), deacclimation (1.42 min) and resistance (1.08 min) (Table 1). In 2nd year the highest temperature where the buds started to freeze, was observed in the deacclimation period ($-13.75\text{ }^{\circ}\text{C}$) and followed by acclimation ($-14.04\text{ }^{\circ}\text{C}$) and resistance period ($-18.36\text{ }^{\circ}\text{C}$), respectively. In 2nd year of experiment, the exotherm duration close the each other of periods and the highest exotherm duration was occurred in deacclimation period (1.33 min) while it was the shortest in resistance period (0.18 min), respectively (Table 1).

Table 2 indicated freezing test results of *V. labrusca* cv. 53 Pazar 01 genotype in 2016 and 2017 years. According to 1st year results, the highest temperatures at which the buds begin to freeze was seen deacclimation period ($-15.77\text{ }^{\circ}\text{C}$) while the lowest temperature was seen at acclimation period ($-20.99\text{ }^{\circ}\text{C}$), respectively. At resistance period, secondary buds formed to start exotherm at $-16.52\text{ }^{\circ}\text{C}$. The longest exotherm duration were obtained from acclimation period (1.30 min), and followed by deacclimation (1.03 min.) and resistance period (0.50 min), respectively (Table 2). In 2nd year the highest temperature where the buds started to freeze, was observed in the deacclimation period ($-15.78\text{ }^{\circ}\text{C}$) and the lowest temperatures were seen in resistance period ($-19.67\text{ }^{\circ}\text{C}$), respectively. In 2nd year of experiment the longest exotherm duration was recorded at acclimation period (1.37 min) while it was the shortest in resistance period (1.02 min), respectively (Table 2).

By evaluating the periods and years together, the temperature values of the secondary buds of the two genotypes, which are formed by exotherm, were given in Table 3. When Table 3 is examined, the exotherms in the secondary buds of the Karaerik grape variety start at $-16.93\text{ }^{\circ}\text{C}$ and end at $-17.13\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the average exotherm duration is 1.28 min, and the exotherms start at $-18.02\text{ }^{\circ}\text{C}$ in the 53 Pazar 01 genotype, it was observed that it ended at $-18.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ and the average exotherm duration was 1.19 min.

It was observed that the exotherms that took place at the lowest temperature in both years of the study in the Karaerik grape variety were in the deep dormant period. Indeed, in order to plant survive in cold ecologies dominated by the continental climate, freezing is expected to occur at lower temperatures in the deep dormant period, which coincides with the coldest period in winter (Lewitt 1980; Eriş 1995; Ashworth 1998; Mittler 2006). When the secondary buds of the Karaerik grape variety were examined in terms of exotherm durations, similar results were obtained in both study years, and it was understood that the lowest exotherms coincided with the deep dormant period. It is thought that the water capacity decreases as a result of some physiological and metabolic events occurring within the grapevine due to the decrease in temperatures, and accordingly, exotherms are seen at lower temperatures. It has been stated in literature that the water in the tissue varies according to the periods, the water in the grapevine has not reached the lowest level in the acclimation period, the grapevine prepares to budburst in the deacclimation period and the water content increases accordingly (Ağaoğlu, 1999; Çelik, 2008). Buztepe (2016) reported that the maximum tolerance levels of winter buds in Karaerik grape variety occur until the end of November and the first week of February.

In both years of the study, it was seen that the exotherms that occurred at the lowest temperature in the 53 Pazar 01 were in the period of acclimation (entering to dormancy). When the exotherms formed by the secondary buds of the genotype 53 Pazar 01 were examined in terms of their duration, similar results were obtained in both study years, and the shortest term exotherms were found to be in the deep dormant period. It is expected that the shorter exotherm periods in the deep dormant period depend on the low amount of water in the buds. Indeed, water content is known to be inversely related to low temperature resistance (Wolpert and Howell, 1985; Zhang *et al.*, 2012). Grant and Dami (2015) found that the tolerance of low temperature in the grapevine buds was maximum in January and decreased in March and April. It is determined that the 53 Pazar 01, which we included in the study, considering that it has higher resistance to colds, generated exotherms at lower temperatures than Karaerik grape variety as expected. It is thought that one of the most important reasons of this situation, which is identified among genotypes, may be due to climate difference in the regions where samples are provided. Considering the periods during which the samples were taken during the year, water

content of the sample tissues may be different. Previous studies have demonstrated that the water, carbohydrates, proteins, enzymes, fats and plant nutrient content of plants are effective in the frost resistance level in the frost resistance process (Howell and Shaulis, 1980; Wolpert and Howel, 1985). When the physiological mechanism that is effective on the basis of frost resistance is examined, it is seen that there is a correlation between frost resistance and the water content of the tissues and the form of water (Wolpert and Howel, 1985). When the sample groups evaluated, there were differences between the years and periods of study as well as between genotypes in terms of exotherms starting and ending temperatures in secondary buds and exotherm durations as well. It is thought that this situation may be largely due to genetic structure, but climatic factors (effective temperature sum, precipitation, exposure to sun etc.) and cultural treatments (irrigation, fertilization, pruning, etc.) may also have an effect on bud development. Wolf and Pool (1987), found that exotherms occur between -9 °C and -16 °C on the Chardonnay grape variety in order to determine the factors that may affect the determination of exotherms in the DTA method. Also, Clark et al. (1996) used two different grape varieties of *Vitis labrusca*, reported that low temperature exotherms occurred up to -23.4 °C.

Table 1. Exotherm data of secondary buds in Karaerik grape variety (*V. vinifera*).

Çizelge 1. Karaerik (*V.vinifera*) üzüm çeşidinde sekonder tomurcukların ekzoterm verileri.

Specie	Year	Period	Average exotherm starting temperature (°C)	Average exotherm ending temperature (°C)	Average exotherm duration (min)
Karaerik (<i>V.vinifera</i>)	1st	Acclimation	-17.14	-17.27	2.00
		Resistance	-19.49	-19.50	1.08
		Deacclimation	-18.78	-18.85	1.42
	2nd	Acclimation	-14.04	-14.33	1.23
		Resistance	-18.36	-18.77	0.18
		Deacclimation	-13.75	-13.94	1.33

Table 2. Exotherm data of secondary buds in 53 Pazar 01 genotype (*V. labrusca*).

Çizelge 2. 53 Pazar 01 genotipinde (*V. labrusca*) sekonder tomurcukların ekzoterm verileri.

Specie	Year	Period	Average exotherm starting temperature (°C)	Average exotherm ending temperature (°C)	Average exotherm duration (min)
53 Pazar 01 (<i>V. labrusca</i>)	1st	Acclimation	-20.99	-21.10	1.30
		Resistance	-16.45	-16.52	0.50
		Deacclimation	-15.77	-15.82	1.03
	2nd	Acclimation	-19.67	-19.75	1.37
		Resistance	-19.41	-19.50	1.02
		Deacclimation	-15.78	-16.02	1.09

Table 3. In secondary buds average exotherm data with years, genotypes and periods evaluated together.

Çizelge 3. Sekonder tomurcuklarda yıllar, genotipler ve dönemlerin birlikte değerlendirildiği ortalama ekzoterm verileri.

Specie	Average exotherm starting temperature (°C)	Average exotherm ending temperature (°C)	Average exotherm duration (min)
Karaerik (<i>V. vinifera</i>)	-16.93	-17.13	1.28
53 Pazar 01 (<i>V. labrusca</i>)	-18.02	-18.15	1.19

CONCLUSION

Consequently, in this study, if primary buds do not survive for any reason, secondary buds, which are used as secondary shoot beds and which can form efficient summer shoots, were determined by determining low temperature exotherms (LTE) against low temperatures. In addition, by determining the exotherm durations of secondary buds, an idea was obtained about the water contents of the buds periodically. As a result of the study, it was determined that the freezing points of the secondary buds can change according to the genetic structure (species and variety) and the dormant period in which they are located. Although the low-temperature resistance levels of primary buds, known as the main shoot bed in grapevine, have been determined in many studies, no studies have been conducted that demonstrate the frost resistance levels of secondary buds by a reliable method

such as the DTA method. In our study, we believe that it will be possible to determine the freezing points of secondary buds and to determine more accurate frost damage in the grapevine winter buds.

CONFLICT OF INTEREST

The author declare that they have no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization, data curation, formal analysis, methodology, visualization, writing original draft writing review and editing by co-author Muhammed Küpe.

REFERENCES

- Ağaoğlu, Y. S. (1999). *Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık (Asma Biyolojisi)*. Kavaklıdere Eğitim Yayınlar. No:1, Ankara.
- Andrews, P. K., Proebsting, E. L., & Campbell, G. S. (1984). An exotherm sensor for measuring the cold hardiness of deep super cooled flower buds by differential thermal analysis. *HortScience*, 18, 77-78.
- Buztepe, A. (2016). *Erzincan ili Üzümlü ilçesi koşullarında yetiştirilen Karaerik üzüm çeşidinde pozisyonlarına bağlı olarak kış gözlerinin don toleranslarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çelik, H., Köse, B., & Cangı, R. (2008). Determination of fox grape genotypes (*Vitis labrusca* L) grown in northeastern Anatolia. *HortScience*, 35, 162-170.
- Eriş, A. (1982). *Ankara Koşullarında Yetiştirilen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Soğuk Gereksinimleri ve Dona Dayanımlarının Saptanması Üzerine Araştırmalar*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 856. Ankara.
- Grant, T. N., Dami, I. E., Ji, T., Scurlock, D., & Streeter, J. (2009). Variation in leaf and bud soluble sugar concentration among *Vitis* genotypes grown under two temperature regimes. *Canadian Journal of Plant Science*, 89, 961-968.
- Grant, T. N., & Dami, I. E. (2015). Physiological and biochemical seasonal changes in vitis genotypes with contrasting freezing tolerance. *American Journal of Enology and Viticulture*. 66, 195-203.
- Keller, M. (2015). *The Science of Grapevines-Anatomy and Physiology*. Academic Press., Burlington.
- Küpe, M., & Köse, C. (2016). Determination suitable pruning after cold according to injured degree on Karaerik grape cultivar. *Ataturk University Journal of the Faculty of Agriculture*, 46(1), 21-28.
- Küpe, M., & Köse, C. (2019). Determination of cold damage in field and laboratory conditions in dormant buds of Karaerik grape cultivar. *Ataturk University Journal of the Faculty of Agriculture*, 50(2), 115-121.
- Mills, L. J., Ferguson, J. C., & Keller, M. (2006). Cold-hardiness evaluation of grapevine buds and cane tissues. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 194-200.
- Mittler, R. (2006). Abiotic stress, the field environment and stress combination, *Trends Plant Science*, 11, 15-19.
- Rogiers, S. Y. (1999). Frost injury and cold hardiness in grapes. *Australian Grapegrower and Winemaker*, 432, 3-38.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1992). *Plant Physiology*. IV Print Wadsworth Inc. Belmont, CA, USA.
- Seyedbagheri, M. M., & Fallahi, E. (1994). Physiological and environmental factors and horticultural practices influencing cold hardiness of grapevines. *Journal of Small Fruits and Viticulture*, 2, 3-38.
- Sivritepe, N., Burak, M., & Temel, Y. (2001). Ata Sarısı, Uslu ve Yalova İncisi üzüm çeşitlerinde dona dayanımının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15, 25-38.,
- Wolf, T. K., & Pool, R. M. (1987). Factors affecting exotherm detection in differential thermal analysis of grapevine dormant buds. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112, 520- 525.
- Wolpert, J. A., & Howell, G. S. (1985). Cold acclimation of concord grapevines. i. variation in cold hardiness with in the canopy. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36, 185-188.
- Zhang, J., Wu, X., NIU, R., LIU, Y., LIU, N., XU, W., & Wang, Y. (2012). Cold-resistance evaluation in 25 wild grape species. *Vitis*, 51, 153-160.



Araştırma Makalesi

Ülkemizde Yetiştirilen Önemli Fasulye Çeşitlerinin Pas (*Uromyces appendiculatus*) ve Adi Yaprak Yanıklığı (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) Hastalıklarına Karşı Dayanıklılık Kaynakları Açısından Değerlendirilmesi

Gülsüm Palacioğlu¹ , Sinem Tombul¹ , Harun Bayraktar^{1*} , Göksel Özer² 

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara

²Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu

Geliş tarihi (Received): 19.02.2021

Kabul tarihi (Accepted): 20.05.2021

Anahtar kelimeler:

Adi yaprak yanıklığı, fasulye, dayanıklılık kaynağı, moleküler markör, pas

Özet. Fasulye pası *Uromyces appendiculatus* ve adi yaprak yanıklığı etmeni *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* dünya genelinde fasulye üretim alanlarında yaygın olarak görülen önemli hastalık etmenleridir. Bu hastalık etmenleriyle en etkin ve sürdürülebilir mücadele yöntemi dayanıklı ıslah materyallerinin geliştirilmesidir. Bu amaçla yapılan çalışmalarda söz konusu hastalıklara karşı dayanıklılıkta rol oynayan lokuslar ile ilişkili birçok moleküler markör geliştirilmiş ve ıslah çalışmalarına dâhil edilmiştir. Bu çalışma kapsamında ise ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 40 adet fasulye çeşidi, pas ve adi yaprak yanıklığı hastalıklarına karşı taşıdıkları dayanıklılık kaynakları bakımından SCAR markörleri (SAE19, SI19, SA14, SBC6, SAP6, SU91, BC420) aracılığıyla incelenmiştir. *U. appendiculatus*'a karşı dayanıklılıkla ilişkili *Ur-11* ve *Ur-4* lokuslarının çeşitler arasında oldukça yaygın olduğu görülürken, *X. axonopodis* pv. *phaseoli*'ye karşı sadece Boncuk, Belinay Sırık, Sırık barbunya, Zülbiye ve Bulduk çeşitlerinin B10 lokusu taşıdığı gözlenmiştir. Çalışma kapsamında tespit edilen bu dayanıklılık lokuslarının fasulye pası ve adi yaprak yanıklığı hastalıklarına karşı ıslah materyallerinin geliştirilmesinde ve gen piramitleme çalışmalarında potansiyel dayanıklılık kaynakları olarak dikkate alınması faydalı olacaktır.

*Sorumlu yazar

bayrakta@agri.ankara.edu.tr

Evaluation for Resistance Sources of Common Bean Cultivars Grown in Turkey to Rust (*Uromyces appendiculatus*) and Common Bacterial Blight (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) Diseases

Keywords:

Common bacterial blight, common bean, resistance resources, molecular marker, rust.

Abstract. Bean rust caused by *Uromyces appendiculatus* and common bacterial blight by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* are among the important diseases that widely occur in bean production areas worldwide. The most effective and sustainable control method against these disease is the development of resistant breeding materials. Many molecular markers associated with the loci that play a role in resistance against these diseases have been developed and integrated in breeding programs. In this study, 40 common bean cultivars widely grown in Turkey were screened molecularly for resistance sources against bean rust and common bacterial blight diseases using SCAR markers (SAE19, SI19, SA14, SBC6, SAP6, SU91, and BC420). The loci of *Ur-11* and *Ur-4* associated with resistance against *U. appendiculatus* were very common among common bean cultivars, while B10 resistance locus against *X. axonopodis* pv. *phaseoli* was determined in only Boncuk, Belinay Sırık, Sırık Barbunya, Zülbiye and Bulduk cultivars from common bean cultivars tested. These resistance loci determined in this study should be considered as candidate resistance sources in the development of breeding materials and gene pyramiding studies against rust and common bacterial blight disease of common bean.

GİRİŞ

Baklagiller arasında yer alan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisi insan beslenmesi için önemli bir protein kaynağı olup Latin Amerika, Asya ve Afrika ülkelerinde yaygın olarak üretilmektedir (Broughton ve ark., 2003; Yeken ve ark., 2018). Ülkemizde hemen her bölgede fasulye üretimi gerçekleştirilmekle birlikte taze fasulye için en fazla üretim Karadeniz bölgesinde; kuru fasulye için ise İç Anadolu bölgesinde yapılmaktadır (TUİK, 2019). Dünyada önemli bir fasulye üreticisi konumunda olan ülkemiz, 596.074 ton ile taze fasulyede 5. sırada, 225.000 ton kuru fasulye üretimi ile de 22. sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2020). Ancak dünyada ve ülkemizde fasulye üretimini kısıtlayan çok sayıda fungal, bakteriyel ve viral hastalık etmeni bulunmaktadır (Hall, 1994). Fungal hastalık etmenleri arasında *Uromyces appendiculatus*'un neden olduğu pas hastalığı ile bakteriyel etmen *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*'nin neden olduğu adi yaprak yanıklığı dünyada fasulye üretim alanlarında yaygın olarak görülen hastalık etmenlerindedir (Araya ve ark., 2004; Tugume ve ark., 2019).

Uromyces appendiculatus'un neden olduğu pas hastalığı, fasulye bitkisinin tüm toprak üstü aksamını etkilemesine rağmen daha çok yapraklarda enfeksiyon oluşturmaktadır. Etmen yaprak ve kapsüller üzerinde kırmızımsı kahverengi, 1-2 mm çapında, dairesel üredial püstüller oluşturmakta ve bu püstüllerin etrafı sarı bir hale ile çevrilmiştir (Hall, 1994). Uygun iklim koşullarında, erken ve şiddetli enfeksiyonlarda %100'e varan verim kaybına neden olmaktadır (Lindgren ve ark., 1995; Souza ve ark., 2008). Etmen, fungal patojenler arasında en yüksek patojenik ve genetik varyasyon gösteren türlerden bir tanesi olup dünyada 300'den fazla ırkı tespit edilmiştir (Araya ve ark., 2004). Fasulye çeşitlerinin çoğu belirli patojen ırklarına karşı dayanıklı olmasına rağmen sadece birkaçı çok sayıda ırka dayanıklılık göstermektedir (Souza ve ark., 2013). Pas hastalığı ile mücadelede ürün rotasyonu, enfekte olan bitki artıklarının yok edilmesi gibi kültürel önlemlerin yanı sıra fungisit uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır (Hall, 1994). Ancak bu hastalığa karşı etkili ve ekonomik mücadele yönteminin dayanıklı fasulye çeşitlerinin kullanımı olduğu bilinmektedir (Faleiro ve ark., 2000; Alzate-Marin ve ark., 2004).

Fasulye pasına karşı dayanıklılık, genellikle tek bir dominant gen tarafından yönetilmekle birlikte tek resesif bir gen, iki dominant genin birleşimi veya çok sayıda genin etkileşimi hastalık kontrolünde önemli fayda sağlamaktadır (Zaiter ve ark., 1989; Grafton ve ark., 1985; Edington ve ark., 1994; Alzate-Marin ve ark., 2004; Souza ve ark., 2007a, 2007b). Patojenin çok sayıda ırkına karşı etkin dayanıklılık oluşumu gen lokuslarının birleşimi ve kümelenmesi ile düzenlenebilmektedir (Stavelly ve Grafton, 1985). Şimdiye kadar, fasulye genomunda pas etmenine karşı dayanıklılıkla ilişkili 14 major dominant gen (*Ur-1, Ur-2, Ur-3, Ur-4, Ur-5, Ur-6, Ur-7, Ur-8, Ur-9, Ur-10, Ur-11, Ur-12, Ur-13, Ur-14*) ile Montcalm, Dorado, BAC6, CNC ve PI 260418 gibi isimlendirilmemiş RR genleri tanımlanmıştır (McClean ve Myers, 1990; Jung ve ark., 1996; Miklas ve ark., 2000, 2002; Rasmussen ve ark., 2002; Pastor-Corrales, 2005; Liebenberg ve ark., 2006; Pastor-Corrales ve ark., 2008). Ayrıca bu gen kaynakları ile ilişkili bazı RAPD ve SCAR markörler geliştirilmiş olup *Ur* genlerinin haritalanması için yaygın olarak kullanılmaktadır (Freyre ve ark., 1998; Miklas ve ark., 2002; Kelly ve ark., 2003; Miklas ve ark., 2006). Ülkemizde ise fasulye çeşitlerinin etmene karşı reaksiyonları klasik yöntemlerle araştırılmasına rağmen dayanıklılık kaynaklarını tespit etmek amacıyla oldukça az sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir (Altıkardeşler ve Arslan, 2007; Yeken ve ark., 2019).

Xanthomonas axonopodis pv. *phaseoli*'nin neden olduğu adi yaprak yanıklığı hastalığı ise dünyada fasulye üretilen tüm alanlarda yaygın olarak görülmekte ve üründe önemli verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Hall, 1994; Gillard ve ark., 2009). Gram negatif ve aerobik bir bakteri olan *X. axonopodis* pv. *phaseoli*, fasulyenin pek çok türünde enfeksiyon yapabilmektedir. Bitkinin yapraklarında suyla ıslatılmış gibi, sarkık, zamanla genişleyen nekrotik lekeler meydana gelmektedir. Bu lezyonlar genellikle yaprakların damarları arasında veya kenarlarında bulunmakta ve büyüdükçe yanık bir görünüme dönüşmektedir. Kapsüller üzerinde ise boyutu kapsülün büyüklüğüne ve olgunluğuna göre değişmekle birlikte dairesel, hafif çökük, koyu kırmızımsı-kahverengi lezyonlar oluşturmaktadır. Uygun iklim koşullarında kapsüller üzerindeki lezyonlarda çoğunlukla bakteriyel sızıntılar gözlenmektedir. Enfekteli tohumlarda şekil bozuklukları meydana gelmekte ve çimlenme yetenekleri kaybolmaktadır (Hall, 1994). Bu nedenle etmenle mücadelede hastalıktan arı sertifikalı tohum kullanımı, tohumların antibiyotikle muamele edilmesi, uzun süreli ürün rotasyonları ve bakırlı preparatların kullanımı tavsiye edilmektedir (Mutlu ve ark., 2005). Ancak bu yöntemlerin uzun zaman alması, maliyetlerinin yüksek olması ve çevreye olan etkileri göz önüne alındığında en etkili ve sürdürülebilir mücadele yönteminin dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve kullanımı olduğu görülmektedir (Gillard ve ark., 2009). Bu kapsamda *X. axonopodis* pv. *phaseoli*'ye karşı dayanıklılıkla ilişkili genlerin tespitinde faydalı olan 6 farklı (SAP6, BAC6, SU91, BC420, R7313, R486) markör tespit edilmiş ve farklı araştırmacılar tarafından kullanılmıştır (Pedraza ve ark., 1997; Miklas ve ark., 2000; Yu ve ark., 2000). Ülkemizde yapılan çalışmalarda ise fasulye çeşitlerinin mevcut dayanıklılık kaynaklarını ortaya koyan oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır (Dursun ve ark., 2002; Poyraz ve ark., 2017). Bu çalışma kapsamında önemli bir fasulye üreticisi olan ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 40 fasulye çeşidindeki *U. appendiculatus* ve *X.*

axonopodis pv. *phaseoli*'ye karşı farklı dayanıklılık kaynaklarının moleküler markörler aracılığıyla tespit edilmesi ve ıslah çalışmalarında kullanılabilecek potansiyel genetik kaynakların belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Fasulye Bitkilerin Yetiştirilmesi

Çalışmada ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen ve farklı kaynaklardan elde edilen 24'ü taze, 6'sı barbunya ve 10 adedi kuru fasulye olmak üzere toplam 40 fasulye çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1). Aynı zamanda USDA'dan (United States Department of Agriculture Research Service, ABD) elde edilen ve ilgili dayanıklılık genlerini taşıdığı bilinen bazı referans genotipler (Ouro negro, Cornell, To, Widusa) de çalışmaya dâhil edilmiştir. Tohumlar ekimden önce yüzeysel dezenfeksiyon amacıyla %1'lik sodyumhipoklorit (NaOCl) içeren solüsyonda 2 dakika tutulmuş ve bunu takiben 3 seri steril saf sudan geçirilerek steril toprak, kum, gübre karışımı içeren (1:1:1 v/v) 16 cm çapındaki saksılara ekilmiştir. Bitkiler 23°C sıcaklık ve 14/10 saatlik ışık periyodu içeren kontrollü koşullardaki bitki yetiştirme odasında 10 gün süreyle yetiştirilmiştir. Daha sonra gelişen bitkilerin ilk kotiledon yapraklarından örnekler alınarak sıvı nitrojen içerisinde dondurulmuş ve kullanılabilecek kadar -80°C'de saklanmıştır.

Bitki Dokusundan DNA Ekstraksiyonu

Bitki örneklerinden genomik DNA ekstraksiyonu DART DNA izolasyon yöntemi (<http://www.diversityarrays.com>) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her fasulye çeşidinin yapraklarından yaklaşık 100 mg donmuş bitki dokusu alınarak 1 mL ekstraksiyon tamponu (125 mM Tris-HCl pH 8, 25 mM EDTA pH 8, 0.8 M NaCl, %1 CTAB, %1 sarcosyl, %2 PVP-40 (K29-32), %0.5 sodyum disulfit) içerisinde homojenize edilmiş ve 65°C'de 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. Ardından örnekler eşit hacimde kloroform-isoamilalkol (24:1) karışımı eklenerek iyice karıştırılmış ve 10.000 g'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Üst sıvı temiz Eppendorf tüplere alınarak eşit hacimde soğuk isopropanol eklenmiş ve -20°C'de bekletilmiştir. Karışım 10.000 g'de 5 dakika santrifüj edildikten sonra üst sıvı dökülmüş ve DNA pelleti 500 µL %70'lik soğuk etanol ile yıkanmıştır. Oda koşullarında kurutulduktan sonra DNA pelleti 100 µL steril su ile çözülmüştür. DNA konsantrasyon ve kalitesi spektrofotometrik olarak 260/280 nm'de ölçüm yapılarak belirlenmiş ve tüm DNA örnekleri 20 ng/µL olacak şekilde seyreltilerek -20°C'de saklanmıştır.

Fasulye Çeşitlerine Ait Dayanıklılık Kaynaklarının Moleküler Markörler ile Tespiti

Fasulye çeşitlerinin taşıdıkları dayanıklılık genleri fasulye pası ile ilişkili 4 (SA14, S119, SBC6, SAE19) markör ve adi yaprak yanıklığı hastalığı ile ilişkili 3 farklı SCAR (BC420, SU91, SAP6) markörü ile araştırılmıştır (Çizelge 2). PCR reaksiyonları 0.2 µM dNTPs, 0.3 µM primer, 1.5 mM MgCl₂, 10x PCR buffer, 20 ng DNA, 1U *Taq* DNA polimeraz içeren 25 µl'lik hacimlerde gerçekleştirilmiştir. Her primer için PCR amplifikasyonları Çizelge 2'de belirtilen protokoller kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen PCR ürünleri %1.2'lik agaroz jelde 100 V'da elektroforetik olarak ayrılarak gözlenmiş ve beklenen PCR ürünlerinin büyüklükleri GeneRuler 100 bp DNA ladder (Thermo Scientific, ABD) kullanılarak tespit edilmiştir. Ayrıca dayanıklılık genleri ile ilişkili amplifikasyon ürünlerinin varlığı referans çeşitler ile kıyaslanarak var (+), yok (-) olarak doğrulanmıştır.

Çizelge 1. Test edilen fasulye çeşitlerinin özellikleri ve hastalık etmenlerine karşı taşıdıkları dayanıklılık kaynakları.

Table 1. Characteristics of common bean cultivars tested and resistance sources of these cultivars against disease agents.

Çeşit ismi	Fasulye tipi	Elde edildiği kurum	Pas hastalığı			Adi yaprak yanıklığı
			SA14/ Ur-4	S119/ Ur-5	SAE19/ Ur-11	SAP6/ B10
Seher yıldızı	Taze	Karadeniz Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
Zeynebim	Taze	Karadeniz Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
Boncuk	Taze	Geçit Kuşluğu Tar. Arş. Enst.	+	-	+	+
Fransız	Taze	Geçit Kuşluğu Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
40 Günlük	Taze	Geçit Kuşluğu Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
Karabacak	Taze	Geçit Kuşluğu Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-

Çizelge 1. Devamı.

Table 1. Continue.

Çeşit ismi	Fasulye tipi	Elde edildiği kurum	Pas hastalığı			Adi yaprak yanıklığı
			SA14/ Ur-4	SI19/ Ur-5	SAE19/ Ur-11	SAP6/ B10
Sazova	Taze	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
Gina	Taze	May Tohum	+	-	+	-
Magnum	Taze	May Tohum	+	-	+	-
Java	Taze	May Tohum	+	-	+	-
Asya	Taze	May Tohum	+	-	+	-
Sofia	Taze	May Tohum	-	-	+	-
Volare	Taze	May Tohum	+	-	+	-
Özayşe	Taze	Batı Akdeniz Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
Yalova 5	Taze	Atatürk Bahçe Kültürleri Arş. Enst.	+	-	+	-
Yalova 17	Taze	Atatürk Bahçe Kültürleri Arş. Enst.	+	-	+	-
Perolar	Taze	Makrogen Tohumculuk	-	-	+	-
Sarı kız	Taze	Makrogen Tohumculuk	+	-	+	-
Mina	Taze	Makrogen Tohumculuk	+	-	+	-
Gelincik	Taze	Makrogen Tohumculuk	+	-	+	-
Tavil	Taze	Makrogen Tohumculuk	+	-	+	-
Nazende	Taze	Makrogen Tohumculuk	+	-	+	-
Miray	Taze	Sim Arzuman Tarım Ürünleri	+	-	+	-
Hanımteni	Taze	Sim Arzuman Tarım Ürünleri	+	-	+	-
Selim	Barbunya	Sim Arzuman Tarım Ürünleri	+	-	+	-
Sırık barbunya	Barbunya	Poltar Tarım	+	-	+	+
Klas barbunya	Barbunya	Poltar Tarım	+	-	+	-
Buse Oturak	Barbunya	Makrogen Tohumculuk	+	-	+	-
Belinay Sırık	Barbunya	Makrogen Tohumculuk	+	-	+	+
Sembol	Barbunya	Makrogen Tohumculuk	+	-	+	-
Zülbiye	Kuru	Karadeniz Tar. Arş. Enst.	+	-	+	+
Akdağ	Kuru	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Enst.	-	-	+	-
Akın	Kuru	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
Önceler	Kuru	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
Karacaşehir90	Kuru	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
Göynük 98	Kuru	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-

Çizelge 1. Devamı.

Table 1. Continue.

Çeşit ismi	Fasulye tipi	Elde edildiği kurum	Pas hastalığı			Adi yaprak yanıklığı
			SA14/ Ur-4	SI19/ Ur-5	SAE19/ Ur-11	SAP6/ B10
Bulduk	Kuru	Geçit Kuşağı Tar. Arş. Enst.	+	-	+	+
Mecidiye	Kuru	Doğu Anadolu Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
Aras	Kuru	Doğu Anadolu Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-
Yakutiye	Kuru	Doğu Anadolu Tar. Arş. Enst.	+	-	+	-

Çizelge 2. Fasulye çeşitlerindeki dayanıklılık genlerinin tespitinde kullanılan markörler ve PCR koşulları.

Table 2. Molecular markers and PCR conditions used for determining resistance genes of common bean cultivars.

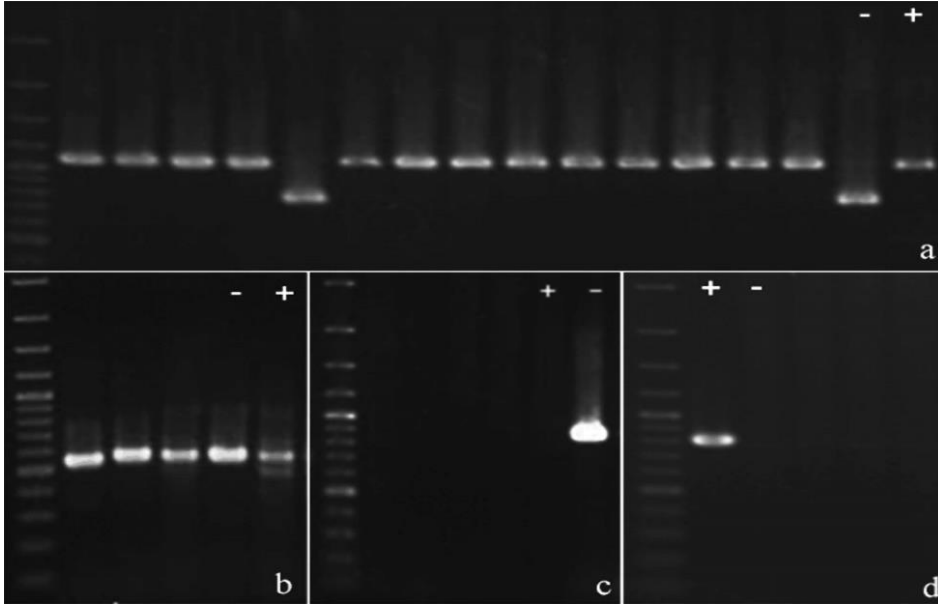
Hastalık etmeni	Primer/ Gen Lokusu	Baz çifti	PCR ürünü (bp)	PCR koşulları	Literatür
<i>X. axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	SAP6/B10	5'-GTCACGTCTCCTTAATAGTA-3' 5'-GTCACGTCTCAATAGGCAAA-3'	820	94°C 10s, 55°C 40s, ve 72°C 120s 34 döngü ve 72°C 5 dk	Miklas ve ark., 2000
	BC420/B6	5'-GCAGGGTTCGAAGACACTGG-3' 5'-GCAGGGTTCGCCAATAACG-3'	900	94°C 30 s, 50°C 30 s, 72°C 60 s 35 döngü ve 72°C 5 dk	Yu ve ark., 2000
	SU91/B8	5'-CCACATCGGTAAACATGAGT-3' 5'-CCACATCGGTGCAACGTGA-3'	700	94°C 10 s, 58°C 40 s, 72°C 2 dk 34 döngü ve 72°C 5 dk	Pedraza ve ark., 1997
<i>Uromyces</i> <i>appendiculatus</i>	SA14/Ur-4	5'-CTATCTGCCATTATCAACTCAAAC-3' 5'-GTGCTGGGAAACATTACCTATT-3'	1079 /800	94°C 5 dk; 94°C 60 s, 55°C 60 s, 72°C 90 s 35 döngü ve 72°C 5 dk	Mienie ve ark., 2004
	SI19/Ur-5	5'-AATGCGGGAGTTCAATAGAAAAACC-3' 5'-AATGCGGGAGATATTAAGGAAAG-3'	460	94°C 3 dk; 94°C 60 s, 50°C 60 s, 72°C 60 s 34 döngü ve 72°C 7 dk	Souza ve ark., 2007a
	SBC6/Ur-6	5'-GAAGGCGAGAAGAAAAAGAAAAAT-3' 5'-GAAGGCGAGAGCACCTAGCTGAAG-3'	308	95°C 2 dk; 94°C 30 s, 59°C 60 s, 72°C 2 dk 30 döngü ve 72°C 5 dk	Park ve ark., 2004
	SAE19/Ur-11	5'-CAGTCCCTGACAACATAACACC-3' 5'-CAGTCCCTAAAGTAGTTTGTCCCTA-3'	890	94°C 5 dk; 94°C 15 s, 58°C 60 s, 72°C 90 s 35 döngü ve 72°C 5 dk	Alzate-Marin ve ark., 2004; De Queiroz ve ark., 2004

BULGULAR VE TARTIŞMA

Fasulye bitkisinde pas hastalığına neden olan *Uromyces appendiculatus* gösterdiği yüksek genetik ve patojenik varyasyondan dolayı mücadelesi en zor patojenlerden bir tanesidir (Tugume ve ark., 2019). Bu kapsamda etmenle mücadelede en etkili yöntem, tek bir gen veya çok sayıda genin bir araya getirilerek oluşturulan gen kombinasyonları taşıyan bitkilerin seçimi ve bunların ıslah materyallerine aktarılmasıdır (Souza ve ark., 2013). Yapılan çalışmalarda fasulye genomunda pasa karşı dayanıklılıkla ilişkili çok sayıda moleküler markör geliştirilmiş ve farklı araştırmacılar tarafından ıslah çalışmalarında kullanılmıştır (Haley ve ark., 1993; Johnson ve ark., 1995; Carvalho ve ark., 1998; Freyre ve ark., 1998; Sartorato ve ark., 1999; Miklas ve ark., 2002, 2006; Kelly ve ark., 2003). Benzer şekilde bakteriyel etmenler arasında *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* fasulye üretim alanlarında en fazla görülen etmenlerden bir tanesi olup mücadelesi oldukça sınırlıdır (Belete ve Bastas, 2017). Bu nedenle söz konusu etmenlere karşı mücadelede etkin rol oynayan gen kaynaklarının tespiti ve dayanıklı ıslah materyallerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ancak ülkemizdeki fasulye çeşitlerinin her iki hastalık etmenine karşı dayanıklılık durumları hakkında literatürde sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (Dursun ve ark., 2002; Poyraz ve ark., 2017; Yeken ve ark., 2019).

Bu çalışma kapsamında ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 40 fasulye çeşidinin yine ülkemizde oldukça önemli ekonomik kayıplara yol açan pas ve adi yaprak yanıklığı hastalıklarına karşı taşıdıkları dayanıklılık kaynakları moleküler markörler aracılığıyla belirlenmiştir. Fasulye pasına karşı dayanıklılıkta rol oynayan 4 farklı geni tespit etmek amacıyla kullanılan markörler arasında SBC6 primeri hariç diğer tüm primerlerden beklenen büyüklükte

amplifikasyon ürünü elde edilmiştir (Şekil 1). SA14 primeri ile *Ur-4* gen lokusu taranmış ve hassasiyet/dayanıklılık ile ilişkili 1079-800 bp büyüklüğünde amplifikasyon ürünleri elde edilmiştir. Test sonucunda 800 bp büyüklüğünde amplifikasyon ürünü elde edilen Perolar, Sofia ve Akdağ fasulye çeşitleri hassas olarak değerlendirilirken diğer tüm çeşitlerin 1079 bp büyüklüğünde PCR ürünü çoğaltarak *Ur-4* dayanıklılık genini taşıdığı görülmüştür. *Ur-5* geni ile ilişkili olan ve 460 bp büyüklüğünde ürün veren SI19 primeri Cornell referans genotipi dışında diğer hiçbir çeşitte PCR ürünü vermemiştir. SAE19 primeri ile *Ur-11* gen lokusu taranmış ve tüm çeşitlerin *Ur-11* genine sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak 40 fasulye çeşidinin *U. appendiculatus*'a karşı dayanıklılık kaynaklarını incelediğimizde tüm çeşitlerin *Ur-11* geni taşıdığı, Sofia, Perolar ve Akdağ dışındaki diğer çeşitlerin *Ur-4* genine sahip olduğu, *Ur-5* geninin ise hiçbir çeşitte görülmediği tespit edilmiştir. Mienie ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, 1079 bp büyüklüğünde ürün amplifiye eden BelMiDak-RR-9 ve BelMiDak-RMR-11 çeşitlerinin dayanıklılık alleli taşıdığını, elNeb-RR 1 ve Teebus çeşitlerinin ise 800 bp PCR ürünü amplifiye ederek hassaslık ile ilgili alleli taşıdığını bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da Mienie ve ark. (2004) ile uyumlu sonuçlar elde edilmiş olup 37 çeşit ve USDA'dan elde edilen TO genotipinde 1079 bp büyüklüğünde PCR ürünü amplifiye edilerek bu çeşitlerin *Ur-4* geni ile ilişkili dayanıklı alleli taşıdığı belirlenmiştir. Souza ve ark. (2007a) SI19 markörünün çeşitler arasında polimorfik olduğunu ve *Ur-ON* ve *Ur-11* genlerini taşıyanlardan ayırt edilebildiğini bildirmiştir. Bu kapsamda *Ur-5* geni ampikon büyüklüğü ile diğer genlerden ayırt edilebilmiş ve Souza ve ark. (2007a) ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca test edilen fasulye çeşitlerinden *Ur-4* genine sahip olanların hiçbirinin *Ur-5* genini taşımadığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde ülkemizdeki 43 fasulye çeşidinin pas hastalığına karşı dayanıklılık kaynaklarını 4 farklı markör ile araştıran Yeken ve ark. (2019), 27 çeşidin *Ur-4* geni taşıdığı ancak *Ur-5* geninden yoksun olduğunu belirtmiştir.



Şekil 1. Fasulye bitkisinde pas ve adi yaprak yanıklığı hastalığına karşı dayanıklılıkla ilişkili genlerin PCR amplifikasyonu. (a: *Ur-4* geninin SA14 markörü ile amplifikasyonu sonucu elde edilen jel görüntüsü, 800 bp/hassas-Cornell (-); 1079 bp/dayanıklı-To (+), b: *Ur-5* geninin SI19 markörü ile amplifikasyonu sonucu elde edilen jel görüntüsü Cornell (+), To (-), c: *Ur-11* geninin SAE19 markörü ile amplifikasyonu sonucu elde edilen spesifik PCR ürünü, Ouro negro (-), d: B10 lokusu ile ilişkili SAP6 primeri ile elde edilen spesifik PCR ürünü, Widusa (+), Cornell (-). Markör: GeneRuler 100 bp DNA ladders, Thermo Scientific).

Figure 1. PCR amplifications of genes associated with resistance to rust and common bacterial blight in common bean (a: Gel image showing the amplification of the *Ur-4* gene with SA14 marker, 800 bp/susceptible-Cornell (-), 1079 bp/resistant-To (+), b: Gel image showing the amplification of *Ur-5* gene with SI19 marker, Cornell (+), To (-), c: Specific PCR product obtained by amplification of *Ur-11* gene with SAE19 marker, Ouro negro (-), d: Specific PCR product obtained with SAP6 primer associated with B10 locus, Widusa (+), Cornell (-). Marker: GeneRuler 100 bp DNA ladders, Thermo Scientific).

De Queiroz ve ark. (2004), Belmidak RR-3 ve Ruda (Dayanıklı-Hassas) çeşitlerini *Ur-11* geniyle ilişkili SAE19 primeri ile araştırmış ve amplifikasyon ürünü oluşturmayan bitkileri dayanıklı, beklenen büyüklükte PCR ürünü elde edilen bireyleri hassas olarak değerlendirmiştir. Alzate-Marin ve ark. (2004) ise Ouro negro dayanıklılık geni ile *Ur-5* ve *Ur-11* gen allelleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş ve Ouro negro dayanıklılık geninin diğer iki allelden farklı olduğunu bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada SAE19 primeri ile sadece Ouro negro çeşidinde PCR ürünü elde edilmiş ve Ouro negro referansının *Ur-11* geninden yoksun olduğu değerlendirilmiştir. Alzate-Marin ve ark. (2004) *Ur-5*, *Ur-11* ve Ouro negro dayanıklılık genlerinin birleşimi ile oluşturulan gen piramidinin dünya çapındaki pas ırklarına karşı etkili bir direnç sağlayacağını belirtmiştir. Ancak ülkemizdeki test edilen fasulye çeşitlerinin tamamı

Ur-11 genine sahipken, hiçbirinin *Ur-5* geni taşımadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle Ouro negro gibi farklı dayanıklılık genlerinin araştırılmasının ıslah çalışmalarına fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Adi yaprak yanıklığına karşı dayanıklılık kaynaklarını tespit etmek amacıyla yapılan PCR çalışmalarında ise BC420 ve SU91 primerlerinden herhangi bir amplifikasyon ürünü elde edilemezken, SAP6 markörü ile beklenen büyüklükte PCR ürünü elde edilmiştir (Şekil 1). Test edilen çeşitler arasında Boncuk, Belinay Sırık, Sırık Barbunya, Zülbiye, Bulduk çeşitlerinde ve *Widusa* referansında 820 bp büyüklüğünde ürün elde edilerek B10 lokusunun varlığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Poyraz ve ark. (2017) ülkemizdeki 12 fasulye çeşidinin *X. axonopodis* pv. *phaseoli*'ye karşı dayanıklılık genlerini 6 farklı SCAR markör ile araştırdıkları çalışmada, sadece Berly ve Yunus-90 çeşitlerinin SAP6 markörü ile ilişkili B10 lokusunu taşıdığını bildirmiştir. Mutlu ve ark. (2005) QTL bölgeleri ile ilişkili moleküler markörler yardımıyla geri melezleme ile elde ettikleri bireylerde adi yaprak yanıklığına karşı dayanıklılık kazanma durumlarını inceledikleri çalışmada, dayanıklı olan 3 gelişmiş hattın (NE-01-8, NE-01-15, NE-01-17) SU91 ile ilişkili B8 ve SAP6 ile ilişkili B10 lokusuna sahip olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar aynı zamanda SAP6 ve SU91 dayanıklılık markörlerini kullanarak dayanıklı Chase ve hassas Othello çeşitlerinin çaprazlanmasıyla adi yaprak yanıklığına karşı daha fazla dayanıklılık gösteren ABCP-8 genotipini geliştirmiştir.

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde incelenen fasulye çeşitlerinin büyük çoğunluğunun pas hastalığına karşı etkili olan *Ur-4* ve *Ur-11* genlerini taşıdığı, Boncuk, Belinay Sırık, Sırık Barbunya, Zülbiye ve Bulduk çeşitlerinin ise adi yaprak yanıklığına karşı dayanıklılıkta rol olan B10 lokusuna sahip olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar yaygın olarak yetiştirilen fasulye çeşitlerindeki dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesinde moleküler markörlerin etkinliğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda ülkemizdeki diğer çeşit ve köy popülasyonlarındaki dayanıklılık kaynaklarının hızlı ve etkin bir şekilde belirlenmesinde bu markörlerin kullanılabilirliği düşünülmektedir. Ayrıca fasulye bitkisinde adi yaprak yanıklığı ve pasa karşı dayanıklılık genleri içeren bu çeşitlerin ıslah çalışmalarında önemli birer genetik kaynak sağlayacağı düşünülmektedir. Ancak ülkemizdeki yerel fasulye genotiplerindeki farklı dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesine yönelik detaylı çalışmaların yapılmasının ülkemiz fasulye yetiştiriciliğinde sorun bu hastalıklarla mücadele çalışmaları açısından oldukça önem taşıyacağı düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKI BEYANI

GP ve ST çalışmanın yürütülmesinde, HB ve GÖ çalışmanın planlanması ve makalenin yazımında katkıda bulunmuşlardır.

KAYNAKLAR

- Altıkardeşler, A., & Arslan, Ü. (2007). Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinin pas hastalığı (*Uromyces appendiculatus* (Pers.: Pers.) Unger)'na karşı reaksiyonları ve bazı fungusitlerin etkisi. *Journal of Agricultural Faculty*, 21(1), 1-8.
- Alzate-Marin, A. L., Souza, T. L. P. O., Ragagnin, V. A., Moreira, M. A., & Barros, E. G. (2004). Allelism tests between the rust resistance gene present in common bean cultivar Ouro Negro and genes *Ur-5* and *Ur-11*. *Journal of Phytopathology*, 152, 60-64.
- Araya, C. M., Alleyne, A. T., Steadman, J. R., Eskridge, K. M., & Coyne, D. P. (2004). Phenotypic and genotypic characterization of *Uromyces appendiculatus* from *Phaseolus vulgaris* in the Americas. *Plant Disease*, 88(8), 830-836.
- Belete, T., & Bastas, K. K. (2017). Common bacterial blight (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) of beans with special focus on Ethiopian condition. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*, 8(2), 1000403.
- Broughton, W. J., Hernandez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., & Vanderleyden, J. (2003). Beans (*Phaseolus* spp.)—model food legumes. *Plant and Soil*, 252(1), 55-128.
- Carvalho, G. A. D., Paula Junior, T. J., Alzate-Marin, A. L., Nietzsche, S., Barros, E. D., & Moreira, M. A. (1998). Herança da resistência da linhagem AND-277 de feijoeiro-comum à raça 63-23 de *Phaeoisariopsis griseola* e identificação de marcador RAPD ligado ao gene de resistência. *Fitopatologia Brasileira*, 23, 482-485.



- De Queiroz, V. T., de Sousa, C. S., De Souza, T. L. P. O., Sanglard, D. A., Ragagnin, V. A., de Barros, E. G., & Moreira, M. A. (2004). SCAR marker linked to the common bean rust resistance gene *Ur-11*. Annual Report.
- Dursun, A., Dönmez, M. F., & Şahin, F. (2002). Identification of resistance to common bacterial blight disease on bean genotypes grown in Turkey. *European Journal of Plant Pathology*, 108(8), 811-813.
- Edington, B. R., Shanahan, P. E., & Rijkenberg, F. H. J. (1994). Breeding for partial resistance in dry beans (*Phaseolus vulgaris*) to bean rPha (*Uromyces appendiculatus*). *Annals of Applied Biology*, 124, 341-350.
- Faleiro, F. G., Vinhadelli, W. S., Ragagnin, V. A., Corrêa, R., Moreira, M. A., & Barros, E. G. (2000). RAPD markers linked to a block of genes conferring rust resistance to the common bean. *Genetics and Molecular Biology*, 23, 399-402.
- FAOSTAT. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim tarihi: 23 Aralık 2020.
- Freyre, R., Skroch, P. W., Geffroy, V., Adam-Blondon, A. F., Shirmohamadali, A., Johnson, W. C., Llaca, V., Nodari, R. O., Pereira, P. A., Tsai, S. M., Tohme, J., Dron, M., Nienhuis, J., Vallejos, C. E., & Gepts, P. (1998). Towards an integrated linkage map of common bean. 4. Development of a core linkage map and alignment of RFLP maps. *Theoretical and Applied Genetics*, 97, 847-856.
- Gillard, C. L., Conner, R. L., Howard, R. J., Pauls, K. P., Shaw, L., & Taran, B. (2009). The performance of dry bean cultivars with and without common bacterial blight resistance in field studies across Canada. *Canadian journal of plant science*, 89(2), 405-410.
- Grafton, K. F., Weiser, G. C., Littlefield, L. J., & Stavely, J. R. (1985). Inheritance of resistance to two races of leaf rust in dry edible bean. *Crop Science*, 25, 537-539.
- Haley, S. D., Miklas, P. N., Stavely, J. R., Byrum, J., & Kelly, J. D. (1993). Identification of RAPD markers linked to a major rust resistance gene block in common bean. *Theoretical and Applied Genetics*, 86(4), 505-512.
- Hall, R. (1994). Bean diseases, bean pathogens, bean disease control. Compendium of Bean Diseases, APS press, Minnesota, USA.
- Johnson, E., Miklas, P. N., Stavely, J. R., & Martinez-Cruzado, J. C. (1995). Coupling-and repulsion-phase RAPDs for marker-assisted selection of PI 181996 rust resistance in common bean. *Theoretical and Applied Genetics*, 90(5), 659-664.
- Jung, G., Coyne, D. P., Skroch, P., Nienhuis, J., Arnaud-Santana, E., Bokosi, J., Ariyaratne, H., Steadman, J., Beaver, J., & Kaeppler, S. (1996). Molecular markers associated with plant architecture and resistance to common blight, web blight, and rust in common beans. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121, 794-803.
- Kelly J. D., Gepts, P., Miklas, P. N., & Coyne, D. P. (2003). Tagging and mapping of genes and QTL and molecular-marker assisted selection for traits of economic importance in bean and cowpea. *Field Crops Research*, 82, 135-154.
- Liebenberg, M. M., Mienie, C. M. S., & Pretorius, A. Z. (2006). The occurrence of rust resistance gene *Ur-13* in common bean cultivars and lines. *Euphytica*, 150, 365-386.
- Lindgren, D. T., Eskridgre, K. M., Steadman, J. R., & Schaaf, D. M. (1995). A model for dry bean yield loss due to rust. *HortTechnology*, 5, 35-37.
- McClellan, P., & Myers, J. (1990). Pedigrees of dry bean cultivars, lines and PIs. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 33, 25-30.
- Mienie, C. M. S., Naidoo, R., & Liebenberg, M. M. (2004). Conversion of the RAPD Marker for *Ur-4* to a Co-Dominant SCAR Marker SA 14~ 1~ 0~ 7~ 9~/~ 8~ 0~ 0. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 47, 261-262.
- Miklas, P. N., Kelly, J. D., Beebe, S. E., & Blair, M. W. (2006). Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding. *Euphytica*, 147, 105-131.
- Miklas, P. N., Pastor-Corrales, M. A., Jung, G., Coyne, D. P., Kelly, J. D., McClellan, P. E., & Gepts, P. (2002). Comprehensive linkage map of bean rust resistance genes. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 45, 125-129.
- Miklas, P. N., Stone, V., Daly, M. J., Stavely, J. R., Steadman, J. R., Bassett, M. J., Delorme, R., & Beaver, J. S. (2000). Bacterial, fungal, and viral disease resistance loci mapped in a recombinant inbred common bean population (Dorado/XAN 176). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125, 476-481.
- Mutlu, N., Miklas, P., Reiser, J., & Coyne, D. (2005). Backcross breeding for improved resistance to common bacterial blight in pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Breeding*, 124(3), 282-287.
- Park, S. O., Coyne, D. P., Steadman, J. R., Crosby, K. M., & Brick, M. A. (2004). RAPD and SCAR markers linked to the *Ur-6* Andean gene controlling specific rust resistance in common bean. *Crop Science*, 44(5), 1799-1807.

- Pastor-Corrales, M. A., Pereira, A. P. A., Lewers, K., Brondani, R. V., Buso, G. C., Ferreira, M. A., & Martins, W. S. (2008). Identification of SSR markers linked to rust resistance in Andean common bean PI 260418. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 51, 46-47.
- Pastor-Corrales, M. A. (2005). Inheritance of resistance in PI260418 an Andean bean resistant to most races of the bean rust pathogen. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 48, 134-135.
- Pedraza, F., Gallego, G., Beebe, S., & Tohme, J. (1997). Marcadores SCAR y RAPD para la resistencia a la bacteriosis comun (CBB). Taller de mejoramiento de frijol para el Siglo XXI: Bases para una estrategia para America Latina, 130-134.
- Poyraz, İ., Şahin, B., & Atmaca, E. (2017). Detection of Ten Resistance Genes Against *P. syringae* pv. *phaseolicola* and *X. axonopodis* pv. *phaseoli* in Twelve Local Bean Varieties Using SCAR Markers. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 241-248.
- Rasmussen, J. B., Grafton, K. F., Gross, P. L., & Donohue, C. M. (2002). Genetics of rust resistance in Compuesto Negro Chilmaltenango (CNC). *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 45, 94-95.
- Sartorato, A., Nietzsche, S., Barros, E. G., & Moreira, M. A. (1999). Inheritance of angular leaf spot resistance and RAPD markers linked to disease resistance gene in common beans. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 42, 21-22.
- Souza, T. L. P. O., Dessaune, S. N., Sanglard, D. A., Moreira, M. A., & Barros, E. G. (2007a). Rust resistance gene present in common bean cultivar Ouro Negro (Ur-ON) does not correspond to Ur-3+. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 50, 119-120.
- Souza, T. L. P. O., Alzate-Marin, A. L., Dessaune, S. N., Nunes, E. S., Queiroz, V. T., Moreira, M. A., & Barros, E. G. (2007b). Inheritance study and validation of SCAR molecular marker for rust resistance in common bean. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 7, 11-15.
- Souza, T. L. P. O., Alzate-Marin, A. L., Faleiro, F. G., & Barros, E. G. (2008). Pathosystem common bean-*Uromyces appendiculatus*: host resistance, pathogen specialization, and breeding for rust resistance. *Pest Technology*, 2, 56-69.
- Souza, T. L. P., Faleiro, F. G., Dessaune, S. N., Paula-Junior, T. J. D., Moreira, M. A., & Barros, E. G. D. (2013). Breeding for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rust resistance in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 38(5), 361-374.
- Stavelly, J. R., & Grafton, K. F. (1985). Genetics of resistance to eight races of *Uromyces appendiculatus* in *Phaseolus vulgaris* cultivar Mexico 235. *Phytopathology*, 75, 1310.
- Tugume, J. K., Tusiime, G., Sekamate, A. M., Buruchara, R., & Mukankusi, C. M. (2019). Diversity and interaction of common bacterial blight disease-causing bacteria (*Xanthomonas* spp.) with *Phaseolus vulgaris* L. *The Crop Journal*, 7(1), 1-7.
- TÜİK. (2019). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi 20 Aralık 2020.
- Yeken, M. Z., Özer, G., Çelik, A., & Çiftçi, V. (2019). Tescilli Fasulye Çeşitlerinin Pas (*Uromyces appendiculatus*) Etmenine Karşı Dayanıklılık Durumlarının SCAR Markörleri ile Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(3), 410-416.
- Yeken, M. Z., Kantar, F., Çancı, H., Özer, G., & Çiftçi, V. (2018). Breeding of dry bean cultivars using *Phaseolus vulgaris* landraces in Turkey. *International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences*, 4(1), 45-54.
- Yu, K., Park, S. J., & Poysa, V. (2000). Marker-assisted selection of common beans for resistance to common bacterial blight: efficiency and economics. *Plant Breeding*, 119, 411-416.
- Zaiter, H. Z., Coyne, D. P., & Steadman, J. R. (1989). Inheritance of resistance to a rust isolate in beans. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 32, 126-127.



Araştırma Makalesi

Tokat İli Erbaa İlçesi Tarla Arazilerinde Kapitalizasyon Faiz Oranının Saptanması Üzerine Bir Araştırma**

Melek Yüksel , Bilge Gözener* 

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat

Geliş tarihi (Received): 23.02.2021

Kabul tarihi (Accepted): 25.05.2021

Anahtar kelimeler:

Tokat, kapitalizasyon faiz oranı, arazi rantı, arazi satış değeri

Özet. Bu çalışmada Tokat ili Erbaa ilçesinde kuru şartlarda tarımsal üretim yapılan işletmelerin sahip olduğu tarla arazilerine ilişkin kapitalizasyon faiz oranı hesaplanmıştır. Araştırmada kullanılan veriler, araştırma bölgesinde bulunan 92 adet tarım işletmesiyle yüz yüze görüşülerek yapılan anketlerden elde edilmiştir. Toplanan veriler 2018 yılı üretim dönemine aittir. İncelenen işletmelerin %76.88'i mülk işletmeciliği şeklinde, %23.12'si kiracılıkla işletilmekte olup ortaklılıkla işletilen arazilere rastlanmamıştır. İşletme arazilerinin tamamı ekilmekte olup nadas alanı bulunmamaktadır. İncelenen işletmelerde arazi varlığının %60.42'si tarla arazisi, %39.58'i bağ arazisinden oluşmaktadır. İncelenen işletmelerin gayrisafhasıla değeri 822.01 TL da⁻¹ olarak bulunmuş, arazi rantının gayrisaf hasıla içindeki oranı %32.18 olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda bölgede kullanılabilir kapitalizasyon faiz oranı, mülk işletmeciliği yapılan kuru tarla arazilerinde %5.65 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca araştırma kapsamında görüşülen üreticilerin tarımsal faaliyetlerine ilişkin bazı bilgiler elde edilmiştir. Hesaplanan kapitalizasyon faiz oranının güncel olması kamulaştırma gibi durumlarda sağlıklı sonuç vermesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle Türkiye'de her bölge ve il/ilçe için belirli aralıklarla ayrı ayrı hesaplamalar yapılabilir.

*Sorumlu yazar

bilge.gozener@gop.edu.tr

A Research on Capitalization Interest Rate for Agricultural Fields of Erbaa Town of Tokat Province

Keywords:

Tokat, capitalization interest rate, land rent, land sales value

Abstract. In this research, capitalization interest rates were calculated for dry farming lands of agricultural enterprises in Erbaa town of Tokat province were calculated. Research data were gathered through the face-to-face questionnaires made with 92 agricultural enterprises of the research region. The data gathered belong to the year 2018. Of the participant enterprises, 76.88% was operated as property enterprise, 23.12% was operated as tenancy enterprise and there were not any share cropping enterprises. All of the enterprise lands were cultivated and there were not any fallow lands. All of the farm lands are cultivated and there in no fallow land. In the enterprises examined, 60.42% of the land assets consist of field land and 39.58% of vineyard land. The gross product value of the investigated enterprises was calculated as 822.01 TL da⁻¹ and the ratio of land rent in gross product was calculated as 32.18%. Available capitalization interest rate for dry-farming lands of property enterprises was calculated as 5.65%. In addition some information about agricultural activities in the subjects encountered in the research reports were obtained. It is important that the calculated capitalization interest rate is up-to-date in terms of giving healthy results in cases such as expropriation. For this reason, separate calculations can be made at certain intervals for each region and province/district in Turkey.

GİRİŞ

Tarım toplumun büyük bir kesimine iş olanağı sağlaması, sanayiye ham madde üretimi yoluyla desteklemesi, insan beslenmesinin temel kaynağı olması gibi nedenlerle Dünya'da ve Türkiye'de önemini korumaktadır (Onurlubaş ve Kızılaslan, 2007). Türkiye ekonomisinin gelişiminde tarımın payı önemli bir yere sahiptir. Tarımsal faaliyet yapılmasına uygun arazi miktarının arttırılamaması, hatta bazı bölgelerde tarımın bilinçsiz olarak yapılması sonucu arazilerin verimini kaybetmesi söz konusu olmaktadır. Kente göç edenlerin artışı sonucunda teknoloji yetersizliği sebebiyle dekar başına sağlanan gelir, enflasyon oranında artmamaktadır. Arazi miktarının arttırılmasının zor olması, sermaye yetersizliğinin tarımsal işletmeler için en önemli etkenlerden biri olması ve bunların yanı sıra arazi kıymetlerinin zaman içinde değişmesi kıymet takdirinin önemini arttırmaktadır (Aydın, 2007). Tarımsal arazi miktarının artması güç olduğundan, artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayabilmek için üretimde birim alandan elde edilecek verimin arttırılması gerekmektedir. Tarım topraklarının kıt kaynaklar arasında bulunması ise tarım arazilerinin değerlerinin giderek artmasına neden olmaktadır.

Değerleme bilimi arazi toplulaştırması, kıymet takdiri gibi birçok alanda kullanılmakta olup en yaygın kullanıldığı alan kamulaştırma. Kamulaştırma, taşınmaz kamulaştırılan mal sahibini, kamulaştırma yapan idareyi ve kamu hizmeti nedeniyle toplumun bir kesimini veya tüm toplumu etkileyen sosyal ve ekonomik boyutu olan idari bir işlemdir. Ekonomik ve sosyal gelişmeler ile hızlı kentleşme olgusu, devletin kamu yararı amacıyla pek çok alanda kamulaştırma yapmasını zorunlu kılmaktadır. Devlet, tarım dışı alanlarda olduğu gibi, tarım alanlarında da kamulaştırma yapmaktadır ve kamulaştırılan alanların büyük bölümünü tarım alanları oluşturmaktadır. Tarım alanlarında yapılan kamulaştırmalar, tarla arazilerini, sebze arazilerini, meyve bahçelerini, bağlık alanları ve zeytinlik alanları kapsayabilmektedir (Keskin, 2003). Kamulaştırma yapılmadan önce bölgenin kapitalizasyon faiz oranının ve bilimsel araştırmalarla belirlenen arazi gelirlerinin bilinmesi, kamulaştırma bedelinin daha gerçek verilerle ortaya konmasına yardımcı olmaktadır.

Türkiye'de her bölge için ayrı ayrı kapitalizasyon faiz oranı belirlenmemiştir. Yapılan çalışmalar genellikle yüksek lisans tezleri ve bilirkişi raporlarıdır. Akademik çalışmaların yetersizliği ile birlikte mevcut raporlar ve yargı kararları bilimsel sonuçlarla örtüşmemektedir. Bilimsel araştırmalar ile Yargıtay kararları arasındaki görüş farklılıklarının giderilebilmesi için kapitalizasyon faiz oranı ile ilgili çalışmaların arttırılması gerekmektedir.

Arazi fiyat ve değerleri bölgeden bölgeye değişebildiği gibi, her bölgede fiyat ve değer üzerinde etkili olan faktörler de farklı olabilmektedir. Bu nedenle kapitalizasyon faiz oranlarını içeren araştırmaların her yöre için ayrı yapılması gerekmektedir.

Bu araştırmada Tokat ili Erbaa ilçesi kuru tarla arazilerinin değerinin belirlenmesinde kullanılacak kapitalizasyon faiz oranı hesaplanmıştır. Araştırmanın teorik ve uygulama yönünden; bilirkişiler, kıymet takdiri komisyonları ve yargı organları başta olmak üzere konu muhatabı kişi ve kuruluşlara faydalı ve yol gösterici olması beklenmektedir. Tokat ili Erbaa ilçesinde yapılması muhtemel kamulaştırma işlemlerinde bilimsel gerçeklik taşıyan arazi değerlerinin kullanılması, arazi sahiplerinin yaşayabileceği sorunları en aza indirebilecektir.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada Tokat ili Erbaa ilçesine bağlı 73 köyden tarla tarımının yoğun olarak yapıldığı 7 köy (Üzümlü, Karayaka, Ballıbağ, Yenimahalle, Koçak, Evyaba, Bağpınar), gayeli örnekleme yöntemiyle (%10) belirlenmiştir. Belirlenen 7 köyde bulunan 1208 adet tarım işletmesi araştırmanın popülasyonunu oluşturmuştur. Araştırmanın ana materyalini popülasyonu temsil niteliğine sahip 92 adet tarım işletmesinden elde edilen 2018 yılı üretim dönemine ait orijinal veriler oluşturmaktadır.

Hesaplanan varyasyon katsayısı (%50) popülasyonun homojen ve düzenli bir dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Örnek hacmin belirlenmesinde basit tesadüfi örnekleme yöntemi uygulanmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996). Araştırmada örnek hacmi belirlenirken %10 hata ve %95 güven sınırlarında ($t=1.96$) çalışılmıştır.

Araştırma bölgesinde yoğun olarak kuru koşullarda tarla tarımı yapıldığından kapitalizasyon faiz oranı sadece kuru tarla arazilerinde hesaplanmıştır. Bölgede ortaklıkla işletilen tarla arazisi olmadığından bu tip işletmeler için kapitalizasyon faiz oranı hesaplanmamıştır.

Değer biçme yöntemleri sentetik ve analitik olmak üzere ikiye ayrılmakla birlikte tüm mallara aynı şekilde uygulanmayabilir. Bu araştırmada kapitalizasyon faiz oranının hesaplanması için gelirlerin kapitalizasyonu kriterinin yer aldığı analitik yöntem formülünden faydalanılmıştır.

$$\text{Pazar değeri (D)} = \frac{\text{Arazinin yıllık net geliri (Rantı)(R)}{\text{Kapitalizasyon faiz oranı (f)}} \quad (1)$$

Mülk işletmeciliği şeklinde işletilen arazilerin yoğun olduğu bölgelerde rant;

$$R = Gh - (M + İf + İü + Eü + V) \quad (2)$$

formülüyle hesaplanmaktadır (Mülayim, 2001). Formülde;

R: Araziden elde edilen rant (yıllık ortalama net gelir), G_h : Gayrisafi üretim değeri veya gayrisafi hasıla, M: İşletme dışından sağlanan hizmetlere ait masraflar (amortisman, sigorta, bakım vb.), I_f : İşletme (müstecir) sermayesi faiz karşılığı, $I_ü$: İdare ücret karşılığı, $E_ü$: El emeği (işgücü) ücret karşılığı, V: İşletme ile ilgili vergileri ifade etmektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Öncelikle işletmelerin sahip oldukları araziler ve bu arazilerin mülkiyet durumları incelenmiş ve bunlara dair veriler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. İncelenen işletmelerde tarla arazilerinin arazi kullanılış şekli ve üretim dalları itibariyle arazi büyüklükleri (da) ve oransal dağılımı (%).

Table 1. The type of land use of the field lands in the enterprises examined and the size of the land in terms of production branches and its proportional distribution (%).

	İşletme Grupları						Ortalama (92)		
	1. Grup (51)			2. Grup (41)			da	K%	T%
	da	K*%	T**%	da	K%	T%	da	K%	T%
Mülk Tarla Arazisi	11.67	100.00	69.10	43.15	100.00	73.08	25.70	100.00	71.95
Kira Tarla Arazisi	5.22	100.00	30.90	15.90	100.00	26.92	9.98	100.00	28.05
Toplam	16.89	-	100.00	59.05	-	100.00	35.68	-	100.00

*K: Kendi içinde, **T: Toplam içinde.

İşletmelerin toplam tarla arazisi oranları iki işletme grubunda birbirine yakın bir görünümündedir. İşletmelerin genel ortalamasına bakıldığında %71.95'inin mal sahipleri tarafından işletildiği görülmektedir. Kiracılıkla işletilen tarla arazilerinin oranı ise %28.05 olarak belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerde tarla ürünlerinin işletme grupları itibariyle ortalama üretim miktarları Çizelge 2'de gösterilmektedir.

Çizelge 2. İncelenen işletmelerde yetiştirilen tarla ürünlerinin ortalama üretim miktarları (kg).

Table 2. Average production amounts of field crops grown in the enterprises examined (kg).

	İşletme Grupları		Ortalama (92)	
	1. Grup (51)	2. Grup (41)		
	kg	kg	kg	
Mülk tarla arazisi	Tütün	321.57	670.73	477.17
	Buğday	1 688.24	8 414.63	4 685.87
	Arpa	107.84	1 085.37	543.48
	Ayçiçeği	664.71	1 558.53	1 063.04
	Fiğ	-	117.07	52.17
	Bamya	1.57	7.32	4.13
	Çavdar	-	195.12	86.96
	Yonca	227.45	829.27	495.65
Kira tarla arazisi	Tütün	411.76	48.78	250.00
	Buğday	517.65	2 329.27	1 325.00
	Bamya	1.37	2.44	1.85
	Ayçiçeği	13.73	1 421.95	641.30
	Arpa	9.80	97.56	48.91

İncelenen işletmelerde Çizelge 2'de görüldüğü üzere mülk tarla arazilerinde en yüksek üretim miktarına sahip olan ürün 4 685.87 kg ile buğday olurken, ikinci sırada 1 063.04 kg üretim miktarı ile ayçiçeği bulunmaktadır. Mal sahibi tarafından işletilen arazilerdeki üretim miktarları işletme grupları itibariyle göz önüne alındığında buğday üretim miktarında belirgin bir farklılık dikkat çekmektedir. Benzer durum kiracılıkla işletilen tarla arazilerinde de mevcuttur. Baştürk (2011) araştırmasında ürün gruplarının ekiliş alanlarını incelediğinde en yüksek orana sahip olan ürünün %35.39 ile buğday olduğunu, Avcı (2010) %32.80'lik oranla buğdayın, İncir (2015) %33.71 ile

buğdayın, Aydın (2007) %74.90 ile ilk sırada buğdayın bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırma bölgesinde incelenen işletmelerde gayrisafi hasıla değeri Çizelge3'de verilmektedir.

Çizelge 3. Mal sahibi tarafından işletilen tarla arazilerinde gayrisaf hasıla (TL da⁻¹).

Table 3. Gross income on farmland owned by the owner (TL da⁻¹).

	Tütün	Buğday	Arpa	Ayçiçeği	Fiğ	Bamya	Çavdar	Yonca	Toplam
Ekiliş alanı (da)	3.10	12.57	2.10	6.33	0.32	0.09	0.16	1.03	25.7
Verim* (kg da ⁻¹)	142.00	230.00	175.00	200.00	90.00	400.00	299.00	1200.00	-
Toplam üretim (kg)	440.20	2891.10	367.50	1266.00	28.80	36.00	47.84	1236.00	-
Ortalama fiyat (TL kg ⁻¹)	17.14	0.95	0.90	2.30	1.60	92.14	0.87	0.80	-
Ana ürün değeri (TL)	7545.03	2746.55	330.75	2911.80	46.08	3317.04	41.62	988.80	17927.67
Yan ürün değeri (TL)	-	2820.00	378.00	-	-	-	-	-	3198.00
Gayrisaf hasıla (Gh)	7545.03	5566.55	708.75	2911.80	46.08	3317.04	41.62	988.80	21125.67
Ürünlerin gayrisafi hasıla içindeki payı (%)	35.71	26.35	3.35	13.78	0.22	15.71	0.20	4.68	100.00
Gayrisaf hasıla (TLda ⁻¹)	2433.89	442.84	337.50	460.00	144.00	36.86	260.13	960.00	822.01

*Anonim, (2019).

İşletmelerin üretim desenine bakıldığında tütün, buğday, arpa, ayçiçeği, fiğ, bamya, çavdar, yonca gibi ürün gruplarının bulunduğu görülmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen verilere göre incelenen işletmelerdeki gayrisafi hasıla değeri 822.01TL da⁻¹olarak bulunmuştur. Ürünlerin gayrisafi hasıla içindeki payları incelendiğinde %35.71 ile ilk sırada tütün bulunduğu gözlenmektedir. Tütünü %26.35 ile buğday, %15.71 ile bamya takip etmektedir.

Daha önce yapılmış olan araştırmalarda gayrisafi hasıla değeri; Avcı (2010) tarafından yapılan araştırmada 478.90 TL da⁻¹İncir (2015) tarafından yapılan araştırmada 475.74 TL da⁻¹, Baştürk (2011) tarafından yapılan araştırmada 188.60 TL da⁻¹, Aydın (2007) tarafından yapılan araştırmada 159.15 TL da⁻¹olarak hesaplanmıştır.

Rantın hesaplanabilmesi için gayrisafi hasıladan üretim masrafları değeri çıkarılmaktadır. İncelenen işletmelerde mal sahibi tarafından işletilen tarla arazilerinde üretim masrafları Çizelge 4'te sunulmaktadır.

Çizelge 4. İncelenen işletmelerde mal sahibi tarafından işletilen tarla arazilerinde üretim masrafları (TL da⁻¹).

Table 4. Production costs on farm lands operated by the owner in the enterprises surveyed (TL da⁻¹).

	Tütün	Buğday	Arpa	Ayçiçeği	Fiğ	Bamya	Çavdar	Yonca	Toplam
Ekiliş alanı (da)	3.10	12.57	2.10	6.33	0.32	0.09	0.16	1.03	25.7
Tohum masrafı (TL)	173.61	408.34	50.15	239.53	5.43	1.52	7.61	34.35	920.54
İlaç masrafı (TL)	193.14	174.08	14.02	34.94	1.09	13.03	1.09	5.87	437.26
Gübre masrafı (TL)	179.36	644.35	59.53	313.38	-	14.99	-	11.52	1233.13
Su ücreti (TL)	17.98	3.84	-	8.81	-	13.03	-	16.85	60.51
Hasat Harman masrafı (TL)	175.25	329.51	44.76	176.56	-	7.06	-	18.48	751.62
İp, çuval vb. masrafı (TL)	87.47	-	-	-	-	0.33	-	-	87.80
Taşıma masrafı (TL)	11.81	1.91	-	-	-	-	-	1.09	14.81
Geçici işçi masrafı (TL)	1190.11	3.84	-	5.93	-	-	-	-	1199.88
İşletme Başına Toplam Masraf (TL)	2028.73	1566.59	168.46	779.15	6.52	49.96	8.70	88.16	4696.27
Toplam masraf içinde ürünlerin payı (%)	43.20	33.36	3.59	16.59	0.14	1.06	0.18	1.88	100.00

Çizelge incelendiğinde mal sahibi tarafından işletilen tarla arazilerinde üretim masraflarının parasal karşılığı toplamı 4 696.27 TL, dekara düşen masraf değeri 182.73 TL olarak hesaplanmıştır. Toplam masraf içerisinde üretilen ürünlerin payı incelendiğinde %43.20 ile ilk sırada tütünün yer aldığı görülmektedir. Tütünü ise %33.36 ile buğday takip etmektedir.

İşletmelerin üretim masrafları, sabit sermaye masrafları ve amortisman giderleri incelendiğinde toplam masrafların 304.26 TL da⁻¹olduğu görülmektedir. Masrafların gayrisafi hasıla içindeki oranı ise %52.73 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). Aydın (2007), masrafların gayrisafi hasıla içindeki oranını sulu arazilerde %37.74, kuru arazilerde %49.69 olarak, Avcı (2010), masrafların gayrisafi hasıla içindeki oranını %46.75, Baştürk (2011), masrafların gayrisafi hasıla içindeki oranını sulu arazilerde %38.19, kuru arazilerde %43.49 olarak, İncir (2015), masrafların gayrisafi hasıla içindeki oranını sulu arazilerde %29.65, kuru arazilerde %38.73 olarak hesaplamıştır.

İşletme sermayesine uygulanacak faiz oranının belirlenmesinde T.C. Ziraat Bankası'nın 2018 yılında sübvansiyonlu kredilere uygulanan tarımsal kredi faiz oranının yarısı olan %4'lük oran kullanılmıştır (Anonim 2018).

Çizelge 5. İncelenen işletmelerde mülk tarla arazilerine ait masraflar (M) (TL da⁻¹).Table 5. Costs of the property field lands in the enterprises examined (M) (TL da⁻¹).

	Değer	
Sabit sermayelerin amortisman, tamir ve bakım masrafları (TL da⁻¹)	Motorlu makine ekipman değeri (TL da ⁻¹)	80.05
	Küçük alet ekipman değeri (TL da ⁻¹)	41.48
Toplam sabit sermaye masrafları (TL da ⁻¹)		121.53
Toplam üretim masrafları (TL da ⁻¹)		182.73
Toplam masraflar (TL da ⁻¹)		304.26
Masrafların gayrisafi hasıla içindeki oranı (%)		52.73

İncelenen işletmelerde işletme sermayesi olarak alet - makine, ambar mevcudu, para ve alacaklara rastlanmış ancak iş hayvanının sermayesine rastlanmamıştır. Çizelge 6'da ortalama işletme sermayesi faiz karşılığı sunulmaktadır.

Çizelge 6. İncelenen işletmelerde belirlenen müstecir sermayesi faiz karşılığı (M_f) (TL da⁻¹).Table 6. Interest provision for the subsidiary capital determined in the enterprises examined (M_f) (TL da⁻¹).

	Değer
Alet makine varlığı	33 305.49
Ambar mevcudu	706.52
Kasa mevcudu ve alacaklar	2 945.64
Müstecir sermayesi toplamı	36 957.65
Müstecir sermayesi faiz karşılığı (M _f)	1 478.31
Müstecir sermayesi faiz karşılığı (TL/da)	57.52
M _f 'ningayrisafi hasıla içindeki oranı (%)	7.00

Elde edilen verilere göre müstecir sermayesi faiz karşılığı 57.52 TL da⁻¹olarak hesaplanmıştır. Müstecir sermayesi faiz karşılığının gayrisafi hasıla içindeki oranı ise %7.00 olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılmış bazı araştırmalarda; Aydın (2007), müstecir sermayesi faiz karşılığının gayrisafi hasıla içindeki oranını kuru tarla arazilerinde %8.45, sulu tarla arazilerinde %19.38 olarak, Avcı (2010), %9.71 olarak, Baştürk (2011) kuru tarla arazilerinde %5.96, sulu tarla arazilerinde %7.82 olarak, İncir (2015) kuru tarla arazilerinde %6.67, sulu tarla arazilerinde %6.91 olarak hesaplamıştır.

Araştırma kuru tarla arazileri üzerinden yapıldığı için idare ücret karşılığı hesaplanırken mal sahibi tarafından işletilen tarla arazilerinde gayrisafi hasılanın %3'ü alınmıştır. İncelenen işletmelerde ortalama olarak belirlenen idare ücret karşılığı Çizelge 7'de gösterilmektedir.

Çizelge 7. İncelenen işletmelerde belirlenen idare ücret karşılığı (TL da⁻¹).Table 7. Administration fee determined in the enterprises examined (TL da⁻¹).

	Değer
İdare ücret karşılığı (İ _ü)	24.67
İdare ücret karşılığının gayrisafi hasıla içindeki oranı (%)	3

Belirlenen gayrisafi hasıla değeri olan 822.01 TL'nin %3'ü alınarak idare ücret karşılığı hesaplanmış ve 24.67 TL olarak belirlenmiştir. Daha önce; İncir (2015) tarafından yapılan araştırmada idare ücret karşılığı kuru tarla arazilerinde 15.34 TL, sulu tarla arazilerinde 40.12 TL, Baştürk (2011) tarafından yapılan araştırmada kuru tarla arazilerinde 5.67 TL, sulu tarla arazilerinde 22.68 TL, Aydın (2007) tarafından yapılan araştırmada kuru tarla arazilerinde 4.77 TL, sulu tarla arazilerinde 10.05 TL, Avcı (2010) tarafından yapılan araştırmada 32.55 TL olarak hesaplanmıştır.

Değeri biçilecek arazinin bulunduğu bölgede tarımsal faaliyetlerin yerine getirilmesi için yabancı işçi çalıştırma, işletmeci ve ailesinin çalışması veya hem işletmeci ve ailesi hem de yabancı işçiye ihtiyaç duyulabilir. Araştırma bölgesinde tüm üretim dalları için yabancı işgücüne gereksinim duyulmamaktadır. İşgücü ihtiyacı genellikle işletme içerisinde sağlanmaktadır. Anket çalışması esnasında elde edilen verilere göre incelenen bölgede tarımsal işlerde çalışan yabancı erkek işçilere ödenen ortalama günlük yevmiye 50 TL, kadın işçilere ödenen yevmiye ise 40 TL olarak belirlenmiştir. Üretim dallarına ait işgücü istekleri, yöre için daha önce yapılmış bir çalışmadan yararlanılarak belirlenmiştir (Altıntaş, 2014). Belirlenen işgücü ihtiyaçları yabancı işçiye ödenen günlük ücret ile çarpılarak hesaplanmıştır. İncelenen bölgede belirlenen el emeği ücret karşılığı Çizelge 8'de verilmektedir.

Çizelge 8. İncelenen işletmelerde belirlenen el emeği ücret karşılığı (Eü) (TL da⁻¹).Table 8. Manual labor fee determined in the enterprises examined (TL da⁻¹).

	Ekiliş alanı (da)	Dekara erkek işgücü birimi	Toplam işgücü birimi (EİB)	Ortalama çalışılan gün sayısı (Gün)	Ortalama Günlük ücret (TLGün⁻¹)	El emeği ücret karşılığı toplamı (TL)
Tütün	3.10	170.23	527.71	52.77	50	2638.50
Buğday	12.57	11.67	146.69	14.67	50	733.50
Arpa	2.10	8.98	18.86	1.89	50	94.50
Ayçiçeği	6.33	11.17	70.71	7.07	50	353.50
Fiğ	0.32	6.60	2.11	0.21	50	10.50
Bamya	0.09	753.11	67.78	6.78	50	339.00
Çavdar	0.16	3.01	0.48	0.05	50	2.50
Yonca	1.03	4.45	4.58	0.46	50	23.00
Toplam	25.7	969.22	838.22	83.90		4 195.00
Dekara ortalama el emeği ücreti (Eü)						163.23
El emeği ücretinin gayrisafi hasıla içindeki oranı (%)						19.85

İncelenen işletmelerde dekara ortalama el emeği ücret karşılığı 163.23 TL olarak hesaplanmıştır. El emeği ücret karşılığının gayrisafi hasıla içindeki oranı ise %19.85 olarak belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerde arazi sermayesinden kaynaklanan vergi miktarları, köye ödenen köy salma ve koruma ücretleri bulunmaktadır. Çizelge 9'da ortalama vergi masrafları sunulmaktadır. İncelenen işletmelerde vergi masrafları dekara 7.77 TL olarak hesaplanmış ve vergi masraflarının gayrisafi hasıla içerisindeki payı ise %0.95 olarak bulunmuştur.

Çizelge 9. İncelenen işletmelerde verilen vergi masrafı (V) (TL da⁻¹).Table 9. Tax charge (V) given in the enterprises examined (TL da⁻¹).

	Değer
Vergi masrafları (V)	7.77
Vergi masraflarının Gh içindeki oranı (%)	0.95

Daha önce yapılmış bazı araştırmalarda gayrisafi hasıla içindeki vergi oranı; Aydın (2007) tarafından kuru tarla arazilerinde %1.27, sulu tarla arazilerinde %0.76 olarak, Avcı (2010) tarafından %0.75 olarak, Baştürk (2011) tarafından kuru tarla arazilerinde %0.66, sulu tarla arazilerinde %0.35, İncir (2015) tarafından kuru tarla arazilerinde %0.19, sulu tarla arazilerinde %0.88 olarak hesaplanmıştır.

Gayrisafi hasıladan arazi kirası ve arazi sermayesinin faiz karşılığı hariç işletmecinin el emeği işgücü, yabancı işgücü, idare ücret karşılığı olarak ayrılan masraflar düşüldükten sonra elde edilen net gelire rant adı verilir (Cinemre, 1992).

Araştırma bölgesindeki tarım işletmelerinin geneline bakıldığında arazi rantının, arazi türü ve arazideki işletmeci başarılarına göre değişiklik gösterdiği görülmektedir. Arazi rantını etkileyen faktörlere ise arazinin verimliliği, yola yakınlığı, köye veya kente olan uzaklığı, uygulanan münavebe sistemi, arazinin topografik yapısı, büyüklüğü, parselasyon durumu ve sulanabilme imkanı örnek verilebilir (Mülayim, 2001).

Araştırmada incelenen tüm masraf unsurları belirlenen gayrisafi hasıladan (Gh) çıkarılarak arazi rantına ulaşılmıştır. İncelenen işletmelere ait ortalama arazi rantı Çizelge 10'da sunulmaktadır.

Araştırma bölgesinde mal sahibi tarafından işletilen arazilerin ortalama rantı 264.56 TL olarak hesaplanmıştır. Arazi rantının, gayrisafi hasıla içindeki payının %32.18 olduğu gözlenmektedir. Daha önce yapılmış araştırmalarda arazi rantının gayrisafi hasıla içindeki payı; Aydın (2007) kuru tarla arazilerinde %25.63, sulu tarla arazilerinde %37.03, Avcı (2010), %24.76, Baştürk (2011) kuru tarla arazilerinde %44.93, sulu tarla arazilerinde %33.49, İncir (2015) kuru tarla arazilerinde %41.39, sulu tarla arazilerinde %40.97 şeklinde hesaplanmıştır.

Arazi piyasasında bir pazar değeri elde edebilmek için uzun bir araştırma ve inceleme dönemi gerekmektedir. Arazilerin anında alıcı bulma ve satılma durumu olmadığından diğer piyasa yapılarından farklı bir konumdadır. Araziye değer biçme gelirlerin kapitalizasyonu yöntemiyle yapıldığında, gelecekte elde edilebilecek gelirler fiyat belirlemede önemli yer tutar.

İncelenen işletmelerde mal sahibi tarafından işletilen kuru tarla arazilerinin ortalama satış değeri 4 683.22 TL da⁻¹olarak hesaplanmıştır. Arazi değerleri köye ve yola uzaklık, parçalılık durumu gibi faktörlere göre değişkenlik göstermektedir.

Çizelge 10. İncelenen işletmelerde ortalama arazi rantı (TL da⁻¹).

Table 10. Average land rent in the enterprises surveyed (TL da⁻¹).

Gayrisafi Hasıla (Gh)	822.01
Masraflar (M)	304.26
Müstecir (İşletme) Sermayesi Faizi (Mf)	57.52
İdare Ücret Karşılığı (İü)	24.67
El Emeği Ücret Karşılığı (Eü)	163.23
Vergiler (V)	7.77
Arazi Rantı (R)	264.56
Arazi Rantının Gayrisafi Hasıla İçindeki Oranı (%)	32.18

Bu çalışmada araştırma bölgesi olan Tokat ili Erbaa ilçesinde ortakçılıkla ve kiracılıkla işletilen tarım arazisi oranının düşük, tarımın ise kuru arazi koşullarında yapılması nedeniyle yalnızca kuru şartlarda tarım yapılan mülk tarla arazileri için kapitalizasyon faiz oranı hesaplanmıştır.

Mülk işletmeciliği şeklinde işletilen kuru şartlarda tarım yapılan tarla arazilerinde rant ve satış değerleri dikkate alınarak bulunan kapitalizasyon faiz oranı:

$$f = \frac{\sum R}{\sum D} = \frac{264.56}{4\ 683.22} = \%5.65 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Yörede yapılacak değer biçme çalışmalarında bu değer arazinin durumuna göre %1 oranında artırılıp azaltılması uygun olabilmektedir. Daha önce yapılmış araştırmalarda kapitalizasyon faiz oranlarından bazıları aşağıda verilmiştir;

İncir (2015), Tokat ili Çevreli Beldesi kuru tarla arazilerinde %4.30, sulu tarla arazilerinde %4.76, Baştürk (2011), Samsun ili Ladik ilçesi kuru tarla arazilerinde %4.38, sulu tarla arazilerinde %5.06, Aydın (2007), Tokat ili Zile ilçesi kuru tarla arazilerinde %3.06, sulu tarla arazilerinde %5.17, Gündoğmuş ve Taşçı (2017), Denizli ili Çivril ilçesi kuru tarla arazilerinde %5.83, sulu tarla arazilerinde %5.03, Oğuz ve Ünal (2004) Konya ili Çumra ilçesi sulu tarla arazilerinde %5.20, Engindeniz (2001), İzmir ili Beydağ Barajı bölgesinde %4.48, Karakayacı ve Oğuz (2006), Konya ili Ereğli ilçesi tarım arazilerinde %6.20, Avcı (2010), Tokat ili Pazar ilçesi tarla arazilerinde %4.38 olarak hesaplanmıştır.

SONUÇ

Tokat ili Erbaa ilçesinde yapılan araştırmada kuru mülk arazilerde kullanılabilir ortalama kapitalizasyon faiz oranı %5.65 olarak bulunmuştur. Araştırmanın amacı olan kapitalizasyon faiz oranının tespitinde gerekli olan unsurlar özetlendiğinde;

İncelenen işletmelerde gayrisafi hasıla değeri 822.01TL da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Mal sahibi tarafından işletilen tarla arazilerinde toplam üretim masraflarının parasal karşılığı ise 182.73TL olarak bulunmuştur. Amortisman ve tamir-bakım masraflarının oluşturduğu sabit sermaye masrafları ise 121.53 TL olarak hesaplanmakla birlikte dekara düşen toplam masraf 304.26 TL olarak bulunmuştur. İşletmelerin müstecir sermayesi faiz karşılığı 57.52 TL da⁻¹, idare ücret karşılığı 24.67 TL da⁻¹, el emeği ücret karşılığı 163.23 TL da⁻¹, ortalama vergi masrafları ise 7.77 TL da⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler kullanılarak hesaplanan arazi rantı 264.56 TL da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Arazi rantının gayrisafi hasıla içindeki payı ise %32.18 olarak hesaplanmıştır. Araştırma kapsamında belirlenen ortalama arazi satış değeri 4 683.22 TL da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Belirlenen bulgulardan hareketle kapitalizasyon faiz oranı araştırma bölgesi için %5.65 olarak hesaplanmıştır.

Tokat ili Erbaa ilçesi için yapılan araştırma kapsamında elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, kapitalizasyon faiz oranının Türkiye'de her bölge ve il/ilçe için belirli aralıklarla ayrı ayrı hesaplanması gerektiği söylenebilir. Bunun nedeni kapitalizasyon faiz oranının ve bu oranı etkileyen faktörlerin her bölgede farklı olmasıdır. Aynı ilçenin farklı bölgelerinde bile, değişen arazi yapısı veya diğer faktörler sebebiyle farklı kapitalizasyon faiz oranları hesaplanabilir. Hesaplanan kapitalizasyon faiz oranının güncelliğini koruyarak kamulaştırma gibi durumlarda daha sağlıklı sonuçlara ulaşılması açısından önem taşımaktadır. Araştırma bölgesine katkı sağlayacak teknolojik gelişmeler, altyapı yatırımları, bölgenin sosyal konumunu etkileyecek olumlu veya olumsuz değişimler yaşanması kapitalizasyon faiz oranını değiştirebilmektedir. Elde edilen kapitalizasyon faiz oranı sayesinde bölgede yapılacak olan kıymet takdiri çalışmaları için kullanılabilir veriler sağlanmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

MY: Anketlerin yapılması, verilerin programa aktarımı, analizlerinin gerçekleştirilmesi ve makalenin yazılması
BG: Analizlerin değerlendirilmesi, makalenin dizaynı ve makalenin yazılması

KAYNAKLAR

- Altıntaş, G. (2014). *Tokat, Amasya, Yozgat ve Sivas Yörelerinde Yetiştirilen Bazı Tarım Ürünlerinin 2013 Yılı Üretim Girdileri ve Maliyetleri*. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma İstasyonu Müdürlüğü. Enstitü Yayın No: 261-P23.
- Anonim, (2018). 2018 yılı sübvansiyonlu tarımsal kredi faiz oranları. <http://www.furkanlardanismanlik.com/index.php/destekler/suebvansiyonlu-krediler/2889-2018-yili-%C3%BCbvansiyonlu-tarimsal-kredi-faiz-oranlari.html>– Erişim Tarihi: 25 Ekim 2018.
- Anonim, (2019). Tokat Valiliği Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Bazı tarım ürünlerinin maliyetleri ve ağaç değerleri. Erişim Tarihi: 12 Nisan 2019.
- Avcı, İ. (2010). *Tokat ili Pazar ilçesi tarla arazilerinde kapitalizasyon oranı tespiti üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Aydın, H. (2007). *Zile Ovası tarla arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Baştürk, A. (2011). *Samsun ili Ladik ilçesi tarla arazilerinde kapitalizasyon oranının saptanması üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Cinemre, H. A. (1992). Tarım arazisi kıymet takdiri kavramlar, metotlar, problemler ve çözüm yolları. *Kooperatifçilik Dergisi*, 95, Ankara.
- Çiçek, A., & Erkan, O. (1996). Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemleri, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını*, Tokat.
- Engindeniz, S. (2001). Beydağ Barajı göl alanında kalan tarım arazilerinin kamulaştırılmasında kullanılacak kapitalizasyon faiz oranının saptanması üzerine bir araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (2-3), 95-102.
- Gündoğmuş, M. E., & Taşçı, M. (2017). Hünnap (*Zizyphus jujube* Mill.) bahçelerinde gelir yöntemine göre değerlendirme: Denizli ili Çivril ilçesi örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14, 42-53.
- İncir, S. (2015). *Tokat ili Çevreli Beldesi tarla arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının saptanması üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Karakayacı, Z., & Oğuz, C. (2006). Konya ili Ereğli ilçesi tarım arazileri için kapitalizasyon oranının tespiti. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(40), 21-26.
- Keskin, G. (2003). Tarım arazilerinin kamulaştırılmasında değer biçme: Akyar Barajı örneği. *Akdeniz İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (5), 91-107.
- Mülayim, Z. G. (2001). *Tarımsal Değer Biçme ve Bilirkişilik*, Yetkin Yayınları, Ankara.
- Oğuz, C. & Ünal, Z. (2004). Konya ili Çumra ilçesi sulu tarım arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının tespiti. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(33), 8-16.
- Onurlubaş, H. E., & Kızılaslan, H. (2007). *Türkiye’de Bitkisel Yağ Sanayindeki Gelişmeler ve Geleceğe Yönelik Beklentiler*. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü (TEAE), Yayın No: 157, Ankara.



Research Article

The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Root Growth in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.)

Harun Bektaş^{1*}, Behcet İnal¹, Mehmet Sonkurt², Fatih Çığ³, Yasemin Bektaş¹

¹Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Siirt, Turkey

²Agriculture and Rural Development Support Institution (TKDK), Mardin, Turkey

³Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, Turkey

Received: 11.01.2021

Accepted: 17.05.2021

Keywords:

Bread wheat, ACC deaminase, root system, root length, PGPR

Abstract. Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) is the most produced cool-season cereal in the world and meets about 20% of our daily caloric intake. Climate change negatively affects grain yield, it is, therefore, necessary to improve climate-resilient wheat crops. It is a known fact that subsoil parameters are not mostly included in the breeding selection criteria due to some technical limitations. For this reason, it is essential to examine the root system, which has a fundamental role in drought tolerance, for morphological, anatomical, physiological, and architectural aspects, to understand the genetic mechanisms of these traits and to determine breeding strategies. In this study, the seeds of two different bread wheat varieties were inoculated by three different plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), which synthesize the ACC deaminase enzyme. When the results were evaluated, significant differences were observed between varieties and bacterial applications for the total root length and root growth angle. As a result of the study, it was observed that all three bacteria species had a positive effect on root development. *Brevibacillus choshinensis* was the most effective inoculation on total root length in Gerek 79 (95.4 cm), while it was *Arthrobacter agilis* in Bezostaja 1 (62.8 cm). We suggest that plant growth-promoting rhizobacteria have a positive effect on wheat root development and a detailed analysis of this effect should be carried out with future studies.

*Corresponding author
bektasharun@gmail.com

Bitki Gelişimini Teşvik Edici Rizobakterilerin Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Kök Gelişimine Etkisi

Anahtar kelimeler:

ACC deaminaz, ekmeklik buğday, kök sistemi, kök uzunluğu, PGPR

Özet. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*), dünya üzerinde en fazla üretimi yapılan ve günlük kalori ihtiyacımızın yaklaşık %20'sini karşılayan bir serin iklim tahıdır. İklim değişimi buğdayın verim değerlerini negatif yönde etkilemektedir. İslah çalışmalarında toprak altı parametrelerinin bazı teknik zorluklar nedeniyle çoğunlukla sürece dahil edilemediği bilinen bir olgudur. Bu nedenle kuraklık toleransında temel bir role sahip olan kök sistemini morfolojik, anatomik, fizyolojik ve mimari yönden incelemek, bu özelliklerin genetik mekanizmalarını anlamak ve yetiştirme stratejilerini belirlemek için esastır. Bu çalışma ile iki farklı ekmeklik buğday çeşidinin tohumlarına, ACC deaminaz enzimi sentezleme özelliğine sahip bitki gelişimini tetikleyici üç farklı rizobakteri (PGPR) inoküle edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, toplam kök uzunluğu ve kök büyüme açısı parametrelerinde çeşitler ve bakteri uygulamaları arasında anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. Çalışma sonucunda her üç bakteri türünün de kök gelişimi üzerine pozitif etkisinin olduğu saptanmıştır. *Brevibacillus choshinensis* Gerek 79'da 95.4 cm toplam kök uzunluğu ile en etkili inokülasyon iken, Bezostaja 1'de *Arthrobacter agilis* 62.8 cm ile en etkili inokülasyon olmuştur. Bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin buğday kök gelişimine pozitif yönde etkisinin olduğu ve gelecekte yapılacak çalışmalar ile bu etkinin detaylı analizlerinin yapılmasını öneriyoruz.

INTRODUCTION

Three members of the Triticeae tribe, bread wheat (*Triticum aestivum* L.), corn (*Zea mays* L.), rice (*Oryza sativa* L.), and grain legumes represent the main food groups. Wheat can be cultivated on all continents except Antarctica. Since the world population is expected to exceed 9 billion by 2050, the yields of all crops, especially wheat, should increase by at least 50%. Wheat has the highest cultivation area among cool-season grains with more than 765 million metric tons of production as of 2019 (FAOSTAT, 2019). Wheat, alone, meets approximately 20% of the global calorie need. It is not feasible to create new agricultural land, and available lands are under the threat of salinity, flood, drought, and erosion (Döös, 2002). The global average wheat yield is about 2780 kg per hectare and it is 3547 kg in Turkey (FAOSTAT, 2019). These values are far below the genetic yield potential of wheat. The significant increase in the mean temperature due to climate change has shown that drought and high temperature will be the biggest obstacles to agricultural production (Trnka *et al.*, 2015). Simulation studies have shown that the yield increase will be about 10% lower than the expected values due to rising temperatures and drought stress (Reeves *et al.*, 2016). Turkey is in one of the most affected regions by climate change and drought, and urgently needs drought-tolerant wheat varieties (Trnka *et al.*, 2015). Developing high-yielding varieties that are tolerant to drought or high-temperature stresses will be possible by understanding the physiological and morphological responses of plants to stress conditions.

While the responses of aboveground plant organs to stress factors are investigated in vast detail in wheat pre-breeding studies, the root system, which is one of the most important organs for drought tolerance, has been mostly ignored due to technical difficulties. Since a well-developed root system reaches deeper and wider soil areas, it reduces the effects of low to moderate stresses by improved water and mineral uptake. The root system is the first organ to perceive the water deficit in the soil, and by sending hormonal signals to the stem, it can cause the plants to close the stomata, thus slowing down or completely halting photosynthesis. In the studies conducted with rice (*Oryza sativa*), the *Dro1* (*Deeper rooting 1*) gene, which allows the roots to grow at a steeper angle and deeper by making the roots more responsive to gravity, was cloned and it was reported that drought resistance was increased with the effect of this gene (Uga *et al.*, 2011). Manschadi *et al.* (2006), calculated that for every millimeter of extra water absorbed by the roots, yield increased by 55 kg h⁻¹. The effect of roots on drought tolerance has been proven many times since the pioneering works of Weaver (1926), Richards and Passioura (1981), Reynolds *et al.* (2007), and Passioura (1983; 2012). Considering all these factors, it is important to investigate plant root characters, increase the number and lengths of roots, total root length, and rooting depth, and find genes that determine root system architecture.

It has been known that Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) contributes to plant growth (Biçer *et al.*, 2020). They can achieve this function by decreasing ethylene synthesis or increasing the synthesis of auxin and cytokinins (Glick *et al.*, 2007). 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC), a bacterial deaminase enzyme, can be synthesized by many microorganisms and inhibits ethylene biosynthesis. This enzyme prevents or reduces ethylene formation by breaking down ACC, which is a precursor in ethylene biosynthesis. Thus, as ethylene level decreases, the plant leaves do not receive stress signals and continue to grow and do normal activities. ACC deaminase enzyme was found to increase tap and lateral root elongation and provides tolerance against heavy metals and salinity in *Arabidopsis* (Glick *et al.*, 2007; Sharma *et al.*, 2016; Wintermans *et al.*, 2016).

Early root system analysis used in this study covers a phase where bacteria are active and contributes to plant growth. Besides, an in-depth observation can be obtained without environmental fluctuations (light, temperature, etc.) more commonly emerging in the later growth stages (anthesis, maturity, etc.). Therefore, the aims of this study were; 1) to evaluate the effects of three different rhizobacteria species that synthesize ACC deaminase (*Pseudomonas agarici*, *Arthrobacter agilis*, and *Brevibacillus choshinensis*), on the root development and architectures of two different bread wheat varieties (Gerek 79 and Bezostaja 1); 2) to determine the root development differences in the early stage when the bacteria are active, and 3) to determine appropriate bacteria race for enhanced root development at the seedling stage.

MATERIAL AND METHOD

This study was carried out in Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology Laboratory. Bread wheat varieties Gerek 79 and Bezostaja 1 were used to screen root development differences. Three bacteria species; *Pseudomonas agarici* (TV24C), *Arthrobacter agilis* (TV126C), and *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) were used as the source of ACC deaminase synthesis (Table 1).

Table 1. Variety and bacteria abbreviations used in the study.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan çeşit ve bakteri kısaltmaları.

Bezostaja 1	Abbreviation	Gerek 79	Abbreviation
Bezostaja 1+ TV126C	Bez_126C	Gerek 79 + TV126C	Ger_126C
Bezostaja 1+ TV24C	Bez_24C	Gerek 79 + TV24C	Ger_24C
Bezostaja 1+ TV53D	Bez_53D	Gerek 79 + TV53D	Ger_53D

Bacteria Inoculation

Bacteria were taken from previously prepared stock cultures and transferred to nutrient broth medium and allowed to grow in this medium until reaching OD 600 = 0.02 concentration. Concentration was measured with Multiskan GO (Thermo Fisher Scientific, USA). Liquid bacteria culture is used for seed inoculation. The inoculation was carried out for three hours at room temperature. Thus, the seeds were swelled and inoculated with bacterial culture. Inoculated seeds were dried under sterile conditions and stored for use in germination studies. Seed inoculation was checked by testing the dried seeds on a growth medium.

Sowing Seeds

The sterilized seeds were inoculated with rhizobacteria, dried, and imbibed into Petri dishes for 24 hours for homogenous germination. Seeds with homogenous germination were transplanted into the germination papers (40x40 cm) covered with PVC plates and placed in containers filled with 20 cm water. Seedling growth was ensured by keeping a sufficient amount of water in the containers. Details of the PVC plate system are given in Hohn (2016).

Analysis of Root Parameters

In the study, early-stage (Z15) seminal root development (Zadoks *et al.* 1974) was analyzed in the PVC plates + germination paper system (modified cigar roll method) (Hohn, 2016). PVC plates were removed at the end of the 15th day and images were taken at 300 DPI resolution with a handheld document scanner (ISCAN Portable Handheld Scanner). Images were analyzed using ImageJ image analysis software (imagej.nih.gov, Rueden *et al.* 2017). As a result of the analysis, total root length, number of embryonic (seminal) roots, the longest root length, and root growth angles were measured. Root growth angle was calculated by measuring the growth angle between the 2nd level seminal roots that developed just after the first embryonic root.

Statistical Analysis

The experiment was conducted as three replications and 4 plants per replication. The data obtained were subjected to variance analysis (ANOVA) with Statistix 10 (Analytical Software; Tallahassee, FL, USA) software according to the "Factorial Design" and the differences between the application groups were determined with the Least Significant Difference (LSD) Multiple Comparison Test. Besides, the "compare with the best" function of the multiple comparison test was used to find the best bacteria x variety interaction.

RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the study, germination problems or infections were observed in some bacteria applications, and some plants showing abnormal growth in Ger_53D and Ger_126C were eliminated. As a result of bacterial applications, a statistically significant difference was determined between wheat varieties and bacterial species according to the analysis of variance (ANOVA) in terms of total root length and root growth angle ($p < 0.05$), but no statistically significant difference was found in the longest root length.

Total Root Length

The effect of bacterial inoculation on the total root length of bread wheat varieties was significant. Variety, bacteria, and variety x bacteria interactions significantly affected the total root length ($p < 0.05$). The mean total root length of Gerek 79 (82.4 cm) was higher than that of Bezostaja 1 (54.35 cm). When the effects of bacterial applications on the total root length on Bezostaja 1 were examined, Bez_126C had the longest root length (62.8 cm) and Bez_53D had the shortest with 47.1 cm. On the other hand, Ger_53D (95.38 cm) had the longest total root length while Ger_24C and Ger_126C had the shortest values in Gerek 79 bacteria applications (Table 2). This result showed that variation due to genetic differences between varieties was more than differences caused by bacterial species and each variety is affected by bacterial applications at different levels. Responses of each variety to three different bacteria were unique and seemed completely different from each other (Gerek 79 and

Bezostaja 1). This difference highlights the importance of genotypic characteristics and high heritability in seedling root development. According to the Least Significant Difference (LSD) analysis, three main groups were obtained in the total root length between control groups, bacterial applications, and varieties (Table 2).

Table 2. The effect of bacterial inoculation on the total root length of bread wheat varieties.

Çizelge 2. Bakteri inokülasyonunun ekmeçlik buğday çeşitlerinin toplam kök uzunluğuna etkisi.

Applications	Varieties (cm)		Mean
	Bezostaja 1	Gerek 79	
Control	54.5±4.4 bc	81.6±5.6 a	68.1
1. Bacteria 24C	53.0±5.6 bc	76.3±4.4 a	64.7
2. Bacteria 53D	47.1±5.6 c	95.4±14.9 a	71.3
3. Bacteria 126C	62.8±7.5 abc	76.3±10.6 ab	69.6
Mean	54.4 B	82.4 A	68.4

*: Differences between means with the same letter are not statistically significant, $P < 0.05$.

The Longest Root Length

Although no statistically significant difference was observed in the longest root length according to variance analysis, Ger_53D (28.99 cm) had the longest root, and Bez_53D (19.71 cm) had the shortest root length (Table 3). Shaharoon et al. (2006) reported that ACC deaminase activity promotes nodule formation as well as root and stem development in maize. In a similar study, Contesto et al. (2008) found that ACC deaminase activity positively affects root and root hair length in *Arabidopsis*. Similarly, in this study, the root length was longer in seeds inoculated with bacteria. The Bez_53D generally had the least developed root system. Opposite responses of two varieties to the same bacteria application (53D) are worth further evaluation. The contrasting responses make plant x rhizobacteria interactions far more complex than a simple symbiosis and need to be tested on large-scale experiments. The plasticity (Ehdaie et al. 2012) of the root system may have affected varieties' responses to bacterial applications. The LSD test did not reveal any grouping for the longest root length and significant differences were observed only between varieties and applications. Statistically significant differences were observed only among Bez_126C-Bezostaja, Bez_53D-Bez_126C, and between Ger_53D-Ger_24C (Table 4).

Table 3. The effect of bacterial inoculation on the longest root length in bread wheat varieties.

Çizelge 3. Bakteri inokülasyonunun ekmeçlik buğday çeşitlerinde en uzun kök uzunluğuna etkisi.

Application	Varieties (cm)		Bacteria mean (cm)
	Bezostaja 1	Gerek 79	
Control	20.07±1.6	23.12±2.12	21.60
1. Bacteria 24C	22.60±2.12	23.15±1.66	22.87
2. Bacteria 53D	19.71±2.12	28.99±5.63	24.35
3. Bacteria 126C	26.85±2.84	21.76±4.01	24.31
Variety mean	22.30	24.26	23.29

Table 4. LSD all-pairwise comparison test of the longest root length.

Çizelge 4. En uzun kök uzunluğu LSD çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Genotype	Mean-cm	Bezostaja 1	Bez 126C	Bez 24C	Bez 53D	Gerek 79	Ger 126C	Ger 24C
Bezostaja 1	20.072							
Bez_126C	26.852	6.779*						
Bez_24C	22.658	2.586	4.193					
Bez_53D	19.714	0.358	7.137*	2.944				
Gerek 79	23.119	3.046	3.733	0.461	3.405			
Ger_126C	21.756	1.684	5.096	0.902	2.042	1.363		
Ger_24C	23.151	3.078	3.701	0.492	3.436	0.032	1.394	
Ger_53D	28.988	8.915	2.136	6.33	9.273	5.869	7.232	5.837*
Alpha: 0.05	Standard Error for Comparison: 2.3437 to 6.5695							
Critical T Value: 2.04	Critical Value for Comparison: 4.7800 to 13.399							

*: Significant at $P < 0.01$.

Root Growth Angle

The effects of variety, bacteria and variety x bacteria interactions for root growth angle were significant ($p < 0.01$). When the mean root growth angles were examined, the widest (horizontal rooting) root growth angle was seen in Bez_126C, while other Bezostaja 1 applications had similar values (104.2-90.7°). Much narrower root growth angles (73.1-59.5°) were detected in Gerek 79 and bacterial applications in this variety. The widest root

growth angle was observed in Bez_126C and Ger_24C in each variety, and the effect of bacterial inoculation on root growth angle was significant (Table 5). Shahzad *et al.* (2008) found that ACC deaminase activity was effective in the root architecture and biomass of chickpea (*Cicer arietinum*), and Schwartz *et al.* (2013) reported an increase in root size, lateral root formation, and nodule development in pea (*Pisum sativum*). In this study, there was a wide variation between varieties, possibly due to genetic differences, and within the varieties, due to bacteria inoculation. These results are promising for re-defining root development terms in established varieties. Bacteria inoculation seems to be effective on root growth angle and it may improve drought tolerance by promoting deep root formation (Uga *et al.*, 2011; Lindh *et al.*, 2014).

Table 5. The effect of bacterial inoculation on root growth angle in bread wheat varieties.

Çizelge 5. Bakteri inokülasyonunun ekmeleklik buğday çeşitlerinde kök büyüme açısına etkisi.

Application	Varieties		Bacteria mean (°)
	Bezostaja 1	Gerek 79	
Control	90.67±4.46	73.05±5.26	81.86
1. Bacteria 24C	100.68±5.26	83.12±4.04	91.90
2. Bacteria 53D	96.33±5.26	59.53±13.76	77.93
3. Bacteria 126C	104.21±6.97	70.49±9.81	87.35
Variety mean	97.97	71.54	84.76

In a comparative analysis, significant root growth angle differences were observed between all Bezostaja 1 and all Gerek 79 bacteria applications. There were contrasting differences between bacteria applications in each variety. The 126C, 24C, and 53D had significantly different effects on Bezostaja 1 and Gerek 79 (Table 6). Bezostaja 1 had a mean root growth angle of 97.97° while Gerek 79 had 71.55° among all applications and control. The differences in mean root growth angle may have been due to genetic and application factors.

Table 6. LSD all-pairwise comparison test of the root growth angle (°) between varieties.

Çizelge 6. Kök büyüme açısı LSD çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Variety/Bacteria	Mean°	Bez_126C	Bez_24C	Bez_53D	Bezostaja 1	Ger_126C	Ger_24C	Ger_53D	Gerek 79
Bez_126C	104.21								
Bez_24C	100.68	3.52							
Bez_53D	96.33	7.87	4.35						
Bezostaja 1	90.67	13.54	10.02	5.67					
Ger_126C	70.49	33.72*	30.19*	25.84*	20.18				
Ger_24C	83.12	21.08*	17.56*	13.21	7.54	12.64			
Ger_53D	59.53	44.68*	41.15*	36.80*	31.14*	10.96	59.53	23.59	
Gerek 79	73.05	31.15*	27.63*	23.28*	17.61*	2.57	73.05	10.07	13.52
Alpha:	0.05	Standard Error for Comparison: 6.0181 to 16.003							
Critical T Value:	2.042	Critical Value for Comparison: 12.291 to 32.683							

*: Significant at P<0.01.

To observe the variation caused by bacteria applications, a "compare with the best value" test was conducted between varieties and applications. The angle difference of -33.72°, -21.08°, -44.68°, and -31.15° with Bez_126C was calculated with Ger_126C, Ger_24C, Ger_53D, and Ger_53D were obtained, respectively (Table 7).

Table 7. HSU'S "Compare with the Best Value" Multiple Comparison Analysis.

Çizelge 7. "En İyi Değerle Karşılaştır" HSU Çoklu Karşılaştırma Analizi sonuçları.

Variety	Mean°	Lower limit	Difference°	Upper limit
Bez_126C	104.21	-16.96	3.52	23.47
Bez_24C	100.68	-23.47	-3.52	16.96
Bez_53D	96.33	-27.82	-7.87	12.61
Bezostaja 1	90.67	-33.1	-13.54	6.73
Ger_126C	70.49	-61.3	-33.72*	0
Ger_24C	83.12	-40.65	-21.08*	0
Ger_53D	59.53	-80.86	-44.68*	0
Gerek 79	73.05	-51.1	-31.15*	0
Alpha:	0.05	Standard Error for Comparison: 8.059 to 14.91		
Critical D Value:	Varies	Critical Value for Comparison: 19.95 to 32.56		

*: Significant at P<0.01.

The Bez_126C showed the greatest trend for horizontal root growth while Ger_53D showed the trend for more vertical root growth. Gerek 79 is reported to be a drought-tolerant variety (Çekiç, 2007; Bayram *et al.*, 2015; Ayrancı *et al.*, 2017). The presence of narrow-root growth angle and vertical growth trend supports that the roots may reach deeper soil profiles. On the other hand, Bezostaja 1 is reported to be more sensitive to drought (Çekiç, 2007; Bayram *et al.*, 2015). According to root growth angle values, Bezostaja 1 had a wider root growth angle compared to Gerek 79. The complex interactions between each variety and bacterial inoculations are worth further evaluations to breed root ideotypes with tolerance to drought or nutrient-limited conditions (Lynch, 213; Gouache *et al.* 2015).

CONCLUSION

It has been known for a long time that bacteria break down the ACC precursor (deaminase) by synthesizing ACC deaminase causing ethylene biosynthesis to cease or decrease (Gontia-Mishra *et al.*, 2014; Govindasamy *et al.*, 2008 and 2009). It has also been reported that this mechanism prevents the formation of stress, allows the synthesis of hormones such as auxin, and increases root growth (Ali *et al.*, 2014; Carlos *et al.*, 2016). In this study, three different bacteria species known to synthesize ACC deaminase were tested in two different bread wheat varieties with different adaptation capacities. Significant but contrasting interactions were obtained. It is thought that it would be beneficial to inoculate plants at regular intervals from the leaf or root collar as well as from the seed. This study, which reveals the root structure of bread wheat and the effect of PGPR on the root system, is a prelude to understanding the relationships between the plant root system and beneficial bacteria.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest related to this article.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

HB and YB designed and performed the experiments, analyzed data, and wrote the manuscript; MS, FÇ and Bİ provided feedback and run statistical analysis. All authors read and approved the final manuscript.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by a scientific research project numbered SiÜZİR-64 of the Siirt University. The authors are grateful to Dr. Sara Yasemin and Semih Acikbas for proofreading and inputs.

REFERENCES

- Ali, S. Z., Sandhya, V., & Rao, L. V. (2014). Isolation and characterization of drought-tolerant ACC deaminase and exopolysaccharide-producing fluorescent *Pseudomonas* sp. *Annals of Microbiology*, 64, 493-502.
- Anderson, W. K. (2010). Closing the gap between actual and potential yield of rainfed wheat. The impacts of environment, management and cultivar. *Field Crops Research*, 116(1-2), 14-22.
- Ayrancı, R., Bayram, S., & Soylu, S. (2017). The Response on the Drought Stress Yield and Phenological Properties of Bread Wheat Genotypes in Grain Filling Stage. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26,112-118.
- Bayram, S., Öztürk, A., & Aydın, M. (2015). Seedling survival as a criterion of resistance to early drought in bread wheat genotypes. *Turkish Journal of Nature and Science*, 4(2), 30-35.
- Biçer, Ş., Erdiñç, Ç., & Çömlekçiođlu, N. (2020). The effects of root bacteria (PGPR) and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation on plant growth and yield properties at different irrigation levels in cucumber. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(1), 8-20.
- Carlos, M. H. J., Stefani, P. V. Y., Janette, A. M., Melani, M. S. S., & Gabriela, P. O. (2016) Assessing the effects of heavy metals in ACC deaminase and IAA production on plant growth-promoting bacteria. *Microbiological Research*, 188, 53-61.
- Contesto, C., Desbrosses, G., Lefoulon, C., Bena, G., Borel, F., Galland, M., Gamet, L., Varoquaux, F., & Touraine, B. (2008). Effects of rhizobacterial ACC deaminase activity on Arabidopsis indicate that ethylene mediates local root responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *Plant Science*, 175, 178-189.

- Çekiç, C. Y. (2007) *A study on physiological parameters which can be used as selection criteria in breeding wheat (Triticum aestivum L.) for drought resistance*. Ankara University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Soil Science and Plant Nutrition Program.
- Döös, B. R. (2002). Population growth and loss of arable land. *Global Environmental Change*, 12(4), 303-311.
- Ehdaie, B., Layne, A. P., & Waines, J. G. (2012). Root system plasticity to drought influences grain yield in bread wheat. *Euphytica*, 186(1), 219-232.
- FAOSTAT. (2019). Food, Agriculture Organization of the United, Nations. Available from, <http://faostat.fao.org/default.aspx>. Accessed date: May 04, 2021.
- Gouache, D., Bogard, M., Thepot, S., Pegard, M., Le Bris, X., & Deswarte, J. C. (2015). From ideotypes to genotypes: approaches to adapt wheat phenology to climate change. *Procedia Environmental Sciences*, 29, 34-35.
- Glick, B. R., Cheng, Z., Czarny, J., & Duan, J. (2007). Promotion of plant growth by ACC deaminase-producing soil bacteria. *European Journal of Plant Pathology*, 119(3), 329-339.
- Gontia-Mishra, I., Sasidharan, S., & Tiwari, S. (2014). Recent developments in use of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase for conferring tolerance to biotic and abiotic stress. *Biotechnology Letters*, 36, 889-898.
- Govindasamy, V., Senthilkumar, M., Gaikwad, K., & Annapurna, K. (2008). Isolation and characterization of ACC deaminase gene from two plant growth-promoting rhizobacteria. *Current Microbiology*, 57, 312-317.
- Govindasamy, V., Senthilkumar, M., Mageshwaran, V., & Annapurna, K. (2009). Detection and characterization of ACC deaminase in plant growth promoting rhizobacteria. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology* 18, 71-76.
- Hawkesford, M. J., Araus, J. L., Park, R., Calderini, D., Miralles, D., Shen, T., & Parry, M. A. J. (2013). Prospects of doubling global wheat yields. *Food and Energy Security*, 2(1), 34-48.
- Hohn, C. E. (2016). *Discovery and Verification of Quantitative Trait Loci (QTLs) for Seminal Root Traits and Insights Into Root to Shoot Tradeoffs in Hexaploid Wheat (Triticum aestivum L.)*. University of California Riverside. Riverside, CA, USA.
- Lindh, M., Zhang, L., Falster, D., Franklin, O., & Brännström, A. (2014). Plant diversity and drought: the role of deep roots. *Ecological modelling*, 290, 85-93.
- Lynch, J. P. (2013). Steep, cheap and deep: an ideotype to optimize water and N acquisition by maize root systems. *Annals of Botany*, 112(2), 347-357.
- Manschadi, A. M., Christopher, J., deVoil, P., & Hammer, G. L. (2006). The role of root architectural traits in adaptation of wheat to water-limited environments. *Functional Plant Biology*, 33(9), 823-837.
- Passioura, J. B. (1983). Roots and drought resistance. *Agricultural Water Management*, 7(1-3), 265-280.
- Passioura, J. B. (2012). Phenotyping for drought tolerance in grain crops: when is it useful to breeders? *Functional Plant Biology*, 39(10-11), 851-859.
- Reeves, T. G., Thomas, G., & Ramsay, G. (2016). *Save and grow in practice: maize, rice, wheat-a guide to sustainable cereal production*. UN Food and Agriculture Organization, Rome.
- Reynolds, M., Dreccer, F., & Trethowan, R. (2007). Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 177-186.
- Richards, R. A., & Passioura, J. B. (1981). Seminal root morphology and water use of wheat II. Genetic Variation 1. *Crop Science*, 21(2), 253-255.
- Rueden, C. T., Schindelin, J., Hiner, M. C., DeZonia, B. E., Walter, A. E., Arena, E. T., & Eliceiri, K. W. (2017). ImageJ2: ImageJ for the next generation of scientific image data. *BMC Bioinformatics*, 18(1), 529.
- Schwartz, A. R., Ortiz, I., Maymon, M., Herbold, C. W., Fujishige, N. A., Vijanderan, J. A., Villella, W., Hanamoto, K., Diener, A., Sanders, E. R., & DeMason, D. A. (2013). *Bacillus simplex*-a little known PGPB with anti-fungal activity-alters pea legume root architecture and nodule morphology when co-inoculated with *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*. *Agronomy*, 3(4), 595-620.
- Shaharoon, B., Arshad, M., & Zahir, Z. A. (2006). Effect of plant growth promoting rhizobacteria containing ACC-deaminase on maize (*Zea mays* L.) growth under axenic conditions and on nodulation in mung bean (*Vigna radiata* L.). *Letters in Applied Microbiology*, 42, 155-159.
- Shahzad, S. M., Khalid, A., Arshad, M., Khalid, M., & Mehboob, I. (2008). Integrated use of plant growth promoting bacteria and p-enriched compost for improving growth, yield and nodulation of chickpea. *Pakistan Journal of Botany*, 40, 1735-1741.

- Sharma, S., Kulkarni, J., & Jha, B. (2016). Halotolerant rhizobacteria promote growth and enhance salinity tolerance in peanut. *Frontiers in Microbiology*, 7, 11.
- Trnka, M., Hlavinka, P., & Semenov, M. A. (2015). Adaptation options for wheat in Europe will be limited by increased adverse weather events under climate change. *Journal of the Royal Society Interface*, 12(112).
- Uga, Y., Okuno, K., & Yano, M. (2011). Dro1, a major QTL involved in deep rooting of rice under upland field conditions. *Journal of Experimental Botany*, 62(8), 2485-2494.
- Weaver, J. E. (1926). Root development of field crops. McGRAW-Hill Book Company, INC. New York.
- Wintermans, P. C. A., Bakker, P., & Pieterse, C. M. J. (2016). Natural genetic variation in Arabidopsis for responsiveness to plant growth-promoting rhizobacteria. *Plant Molecular Biology*, 90(6), 623-634.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14(6), 415-421.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)

<http://dergipark.org.tr/ijaws>



Araştırma Makalesi

Bazı Ekonomik Toprak Nem Sensörlerinin Hassasiyetlerinin Belirlenmesi

Gökhan Çamoğlu^{1*}, Ünal Kızıl¹, Kürşad Demirel², Sefa Aksu¹
Hakan Nar¹, Levent Genç³

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Çanakkale

Geliş tarihi (Received): 25.12.2020

Kabul tarihi (Accepted): 13.04.2021

Anahtar kelimeler:

Toprak nem sensörü, toprak nemi, Decagon, gravity analog sensör, kapasitif sensör

Özet. Son yıllarda ucuzlayan bazı toprak nem sensörlerinin kullanımı Arduino mikroişlemci kontrol kartları sayesinde giderek artmaktadır. Buradan hareketle çalışma kapsamında, oldukça ekonomik olan 3 farklı toprak nem sensörünün son yıllarda sıklıkla kullanılan Arduino mikroişlemci kontrol kartıyla toprak nemini belirlemede kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla yapılan çalışmada 4 farklı tipte sensör ele alınmıştır. Bu sensörlerden biri kontrol sensörü (10HS, DECAGON) olarak kullanılmış, diğerleri de Arduino toprak nem sensörü, gravity analog toprak nem sensörü ve kapasitif toprak nem sensörü olarak bilinen ve sıklıkla kullanılan sensörlerden seçilmiştir. Bu sensörlerin, topraklı (orta bünye) ve topraksız (1/1 oranında torf+perlit) olmak üzere iki farklı yetiştirme ortamında toprak nemine karşı tepkileri belirlenmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen sonuçlara göre performansı test edilen 3 farklı toprak nem sensörünün özellikle topraksız ortamda doğru okuma yapamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca toprak nemini algılama konusunda da çok değişken sonuçlar elde edilmiştir. Oksitlenmeden dolayı ekonomik ömürlerinin çok kısa olduğu anlaşılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bu nem sensörlerinin kullanımı konusunda dikkatli olunması gerektiği söylenebilir.

*Sorumlu yazar

camoglu@comu.edu.tr

Determination of the Sensitivity of Some Economical Soil Moisture Sensors

Keywords:

Soil moisture sensor, soil moisture, Decagon, gravity analog sensor, capacitive sensor

Abstract. The use of some soil moisture sensors, which have been getting cheaper in recent years, has been increasing thanks to Arduino microprocessor control cards. Within the scope of this study, the usability of economical 3 different soil moisture sensors in determining soil moisture with the Arduino microprocessor control card, which has been used frequently in recent years, has been investigated. For this purpose, 4 different types of sensors were tested in the study. One of these sensors has been used as a control sensor (10HS, DECAGON), while others consist of commonly used sensors known as the Arduino soil moisture sensor, gravity analog soil moisture sensor and capacitive soil moisture sensor. The responses of these sensors to soil moisture were determined in two different growing mediums: soil (medium body) and soilless (peat + perlite). According to the results obtained in the research, it was determined that 3 different soil moisture sensors whose performance was tested could not read correctly in the peat+perlite medium. In addition, the results obtained regarding the detection of soil moisture were varying in a wide range. It is understood that their economic life is very short due to rapid oxidation. Care should be taken in the use of these moisture sensors according to the results obtained.

GİRİŞ

Günümüzde su kaynaklarının yetersiz oluşu sulama suyunun daha etkili kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Tarımsal amaçlı üretimde, nitelikli ve bol ürün alınabilmesi için bitkilerin yetişme koşullarını etkileyen faktörlerin ortaya konulması gerekmektedir. Toprak nemi bu faktörlerin en başında gelmektedir (Demirel, 2012). Toprak nemi, ürünlerin büyümesine ve verimliliğine etki eden önemli bir faktördür.

Toprak nem içeriği doğrudan ölçülebildiği gibi, dolaylı olarak gelişen teknolojilere bağlı çok farklı yöntem ve aygıtlarla da belirlenebilmektedir. Toprak neminin doğrudan ölçümü hem zaman hem de işgücü nedeniyle çoğu zaman pratik olmamaktadır. Bu nedenle, toprak nemini dolaylı ölçülebilen farklı yöntem ve aygıtlar, topraktaki nemi yüksek doğrulukta ve hızlı bir şekilde belirleyebilmektedir (Çetin, 2003). Toprak nem içeriği gravimetrik yöntemin yanı sıra nötronmetre, tansiyometre ve elektriksel direnç blokları yöntemleri ile belirlenebilir. Ancak böyle yöntemler ile anlık ve sürekli olarak nemin izlenmesi mümkün olmamaktadır. Günümüzde bunların dezavantajlarını ortadan kaldıran toprak nem sensörlerinin kullanımı artmıştır. Bu sensörler, nötronmetredeki gibi radyoaktif ölçüm yapmaması, toprağın üst kısımlarında da ölçüm yapabilmesi, nemi sürekli ve anlık olarak izlemeye olanak sağlaması nedeniyle otomasyona uygun olması, toprak içerisine yerleştirildikten sonra uzun bir süre ölçüm yapmaya imkan sağlaması, maliyetlerinin daha uygun hale gelmesi, toprağın eşik değerleri içerisinde nem değerinin tutulmasına olanak sağlaması gibi avantajları bulunmaktadır (Topp, 2003; Cardenas-Lailhacar ve Dukes, 2010; Demirel, 2012).

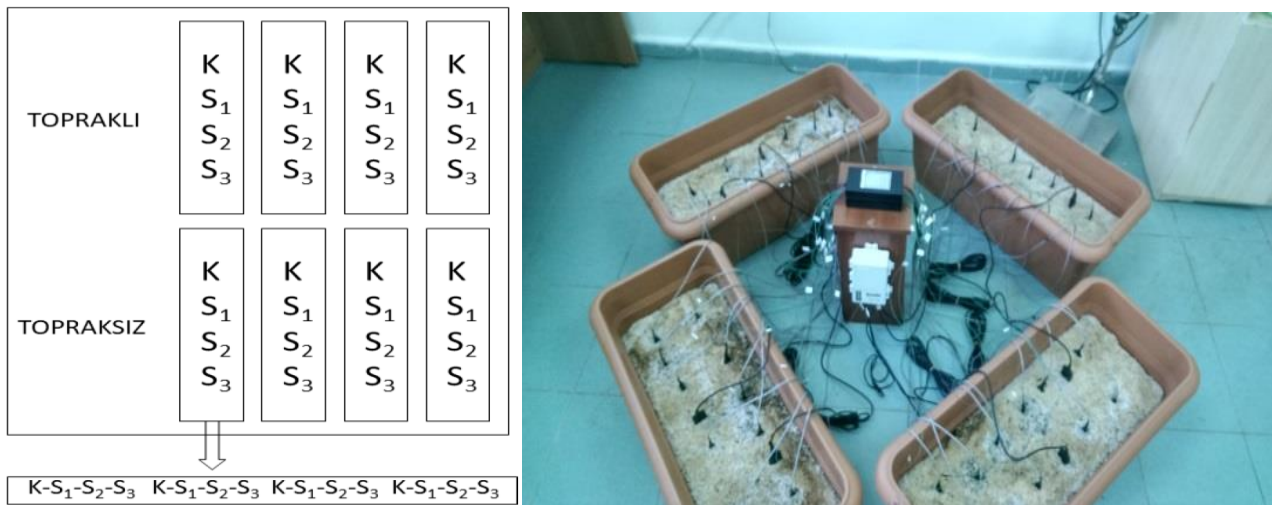
Günümüze kadar sensörler ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır (Starr ve Paltineanu, 1998; Heng ve ark., 2002; Leib ve ark., 2003; Huang ve ark., 2004; Paige ve Timothy, 2008; Chow ve ark., 2009; Cardenas-Lailhacar ve Dukes, 2010). Ancak bu çalışmalarda kullanılan sensörlerin maliyetinin yüksek olması kullanımını kısıtlayan en önemli unsurdur. Bununla birlikte son yıllarda piyasada ticari olarak satış olanağı bulunan daha basit ve ucuz sensörler geliştirilmiştir. Ancak oldukça düşük maliyete sahip bu sensörlerin uzun süreli kullanımda güvenilirliği, toprak nemine karşı tepkisi ve sulama uygulamalarında randımanlı kullanılıp kullanılmayacağı yeterince araştırılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, maliyeti düşük ve Arduino ile kullanım olanağı bulunan farklı tipteki toprak nem sensörlerinin farklı yetiştirme ortamlarında toprak neminin izlenmesinde kullanım olanaklarını araştırmaktır.

MATERYAL VE METOT

Deneme Düzeni

Deneme, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Tarımsal Sensör ve Uzaktan Algılama Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Yetiştirme ortamlarının, toprak tekstürü ve hacim ağırlığı gibi değerleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'ne ait laboratuvarında belirlenmiştir.

Denemede biri kontrol olmak üzere toplam 4 farklı tipte toprak nem sensörü iki farklı yetiştirme ortamında kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme düzeni.

Figure 1. Experimental design.

Yetiştirme ortamı olarak orta bünyeye sahip toprak ile 1/1 oranında torf ve perlit karışımı kullanılmıştır. Deneme, her bir yetiştirme ortamı için 4 tekerrür 3 paralelli olarak yürütülmüştür. Bu durumda her bir saksıda

kontrol dışında diğer sensör tiplerinden üçer adet kullanılmıştır. Sensörlerin örnekleme hacimlerini oluşturan etki alanları, rezistif sensörler için proplar arası mesafe kadar ve kapasitif sensörler için dielektrik alanları kadardır. Buna göre, saksı içine dik konumda yerleştirilen sensörler arasında sinyal girişimini engellemek için her bir sensörün etrafında kendi genişliğinin en az iki katı çapta bir boşluk bırakılmıştır. Deneme her bir ortam için 90'ar gün ve her sensör için günde 48 okuma şeklinde sürdürülmüştür.




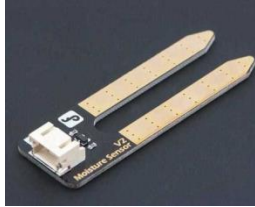
Toprak nem sensörleri yerleştirildikten sonra her bir yetiştirme ortamındaki tüm saksılar tarla kapasitesi nem düzeyine getirilmiş ve solma noktasına düşünceye kadar yarım saat aralıklarla nem değerleri kaydedilmiştir. Ayrıca her gün sabah ve akşam olmak üzere saksıların ağırlıkları tartılarak nem azalımı lizimetrik olarak da takip edilmiştir.

Deneme Sisteminin Tasarımı

Geliştirilen sistem, Arduino mikroişlemci kontrol kartı temellidir. Bu kart, farklı sensörleri kolayca entegre edebilen ucuz ve yeterli kapasitede bir mikroişlemciye sahiptir. Programlamasının kolaylığı ve birçok üstün özelliklerinden dolayı bu teknoloji seçilmiştir. Birden fazla sensörü barındırabilen, farklı elektronik sistemlerle entegre edilebilen, kendi yazılım platformunu ücretsiz olarak temin eden bu kart dinamik bir teknoloji geliştirme imkânı sağlamaktadır. Çalışmada kullanılan toprak nem sensörleri ve teknik özellikleri Çizelge 1.'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprak nem sensörleri ve teknik özellikleri.

Table 1. Technical specifications of soil moisture sensors.

Sensör modeli	Teknik özellikler	Sensör
Decagon 10HS (Kontrol)	<ul style="list-style-type: none"> • 3 - 15 VDC enerji kullanımı • -40 0C ile +50 0C arası sıcaklıkta çalışabilme • % \pm 3 hassasiyette 	
Arduino toprak nem sensörü higrometre (S ₁)	<ul style="list-style-type: none"> • Potansiyometre ile hassasiyet ayarı • Çalışma voltajı 5 VDC • İki ayrı çıkış: Dijital ve analog • Küçük PCB boyutu: 3cmx 1.6cm • Güç indikatörü ve anahtarlamalı çıkış indikatörü • Kararlı LM393 komperatörü 	
Kapasitif toprak nem sensörü (S ₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Çalışma voltajı: 3.3 ~ 5.5 VDC • Çıkış voltajı: 0 ~ 3 VDC • Arayüz: PH2.54-3P • Boyut: 98 x 23mm 	
Gravity analog toprak nem sensörü (S ₃)	<ul style="list-style-type: none"> • Güç kaynağı: 3.3 ~ 5.5 VDC • Çıkış voltaj sinyali: 0 ~ 4.2 VDC • Akım: 35mA • Analog çıkış (Mavi kablo) • GND (Siyah kablo) • Güç (Kırmızı tel) • Boyut: 60x20x5mm • Yüzey işlemi: Altın Kaplama 	

Kontrol sensöründen alınan yarım saatlik toprak nem değerleri bir veri kaydedicide (Decagon EM-50) depolanmıştır. Diğer sensörlerden her yarım saatte bir alınan veriler ise Arduino tabanlı oluşturulan veri kayıt sistemi aracılığıyla bir hafıza kartında toplanmıştır. Test edilen sensörlerden her okuma zamanı anlık bir veri almak hataya sebebiyet verebileceği için hafıza kartına kaydedilen verilerin 2⁸ okumalık hareketli ortalamayla hesaplanması yazılımla sağlanmıştır. Her iki kayıt sisteminin zaman damgaları eşlenerek verilerin her bir sensörden aynı anda alınması sağlanmıştır. Bu şekilde bilgisayara aktarılan veriler tek bir tabloda düzenlenebilmiştir.

Sensörlere gönderilen akımın, eşit şartlarda sinyal oluşturmalarına imkan verecek şekilde düzenlenebilmesini sağlamak için; her biri 110 cm uzunluğunda, 24 AWG çaplı, çok damarlı teller kullanılmıştır. Her sensör için 1 besleme, 1 negatif ve 1 sinyal kablosundan oluşan demet, sıcak lehim ile yerlerine sabitlenmiştir. Yetiştirme ortamındaki nemin kısa devre oluşturma ihtimaline karşı, açık iletken yüzeyler oluşturan bağlantı noktaları ısıyla daralan makaron ile izole edilmiş ve böylece prototip cihazın üretimine başlanmıştır.

Prototip cihazın beynini oluşturan Arduino mikroişlemci kartı üzerinde analog giriş olarak kullanılacak 6 terminal olmasına karşın denemede eşzamanlı veri alınması gereken 40 sensör bulunmaktadır. Sensörlerden

toplanan verilerin eşit koşullarda alınması, elektronik gürültünün azaltılması için gereklidir. Bu nedenle, tek seferde 40 sensörün bağlanabileceği bir çoklayıcı iç kontrol entegresi oluşturulmuştur. Arduino mikroşlemci kartının 4 dijital çıkış pinine bağlanan iç kontrol entegresi, pinlerin açık-kapalı (high-low) kombinasyonlarına bağlı olarak her seferinde bir sensör verisini okumaktadır. Mikroşlemci önbelleğine analog girişlerden alınan okumalar, sensör setinin tamamı için bir veri sağlandıktan sonra işlem tekrarlanarak sürmektedir.

Sensörlere bağlı analog sinyal kablolarının, çoklayıcı entegre bacaklarıyla bağlantılarının sağlanabilmesi için prototipleme tahtası üzerinde kurulumu yapılmıştır. Sensörlerden alınan verilerin, çoklayıcı entegre üzerinden zamana bağlı olarak Arduino mikroşlemci üniteye aktarılması sağlanmıştır. Üzerinde bir renkli ekran bir de saat entegresi bulunan prototip cihaz, belirlenen aralıklarla verileri hafıza kartında depolamıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Deneme sistemi prototipi.

Figure 2. Prototype of the experimental device.

Yetiştirme ortamlarının ilki olan torf ve perlit (1:1) karışımı tartılarak saksılara yerleştirilmiş, ardından sızma başlayana kadar su eklenmiştir. Saksı yüzeyinden buharlaşmayı önlemek için üzerleri kapatılarak 24 saat bekletilmiştir. Tarla kapasitesi seviyesinde nem içeren saksılara sensörler eşit aralıklarla yerleştirilmiş ve kontrol sensörleri ile eşzamanlı olarak kayıt almaya başlatılmışlardır. Prototip cihazın üzerinde sabitlenen renkli ekran sayesinde her bir sensörün tepkisi anlık olarak takip edilmiştir.

Verilerin Analizi

Tüm sensörlerin kaydedilen verileri MS Excel ortamına aktarılmıştır. Çalışmada, kontrol sensörlerinin lizimetrik olarak kalibrasyonunun gerçekleştirilmesi için regresyon analizinden yararlanılmıştır. Kabul edilebilir belirtme katsayılarının (R^2) elde edilmesinden dolayı analizdeki n sayısını (her yarım saatte bir veri) arttırmak için diğer sensörler ile kontrol sensörü arasında regresyon analizleri yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sensörlerle İlgili Teknik Problemler

Sensör verilerinin kaydedildiği prototip cihazın ekranından anlık olarak takip edilebiliyor olması neticesinde sınır değerlerine ulaşmış bazı sensörlerin arızalandığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Oksitlenmiş S3 sensörü.

Figure 3. Oxidized S3 sensor.

Buna göre, topraksız ortam denemesi olan torf-perlit (1:1) karışımında 12. saatte gravity analog toprak nem sensörlerinin tamamen arızalandığı görülmüş ve rastgele bir tanesi yerinden çıkarılarak incelenmiştir (Şekil 3). Sensörün iletken kollarından bir tanesindeki kaplama malzemesinin tamamen oksitlenerek işlevini kaybettiği anlaşılmıştır.

Benzer şekilde Arduino mikroişlemciyle kaydedilen toprak nem sensörlerinin bazıları 36. saatten itibaren sınır değerlerine ulaşmıştır. Deneme tekerrürünün sonuçlandırılmasının ardından yerlerinden sökülen bu sensörlerde değişen miktarlarda oksitlenme izine rastlanmış olup buna rağmen büyük bir kısmının çalışmaya devam ettiği anlaşılmıştır (Şekil 4).



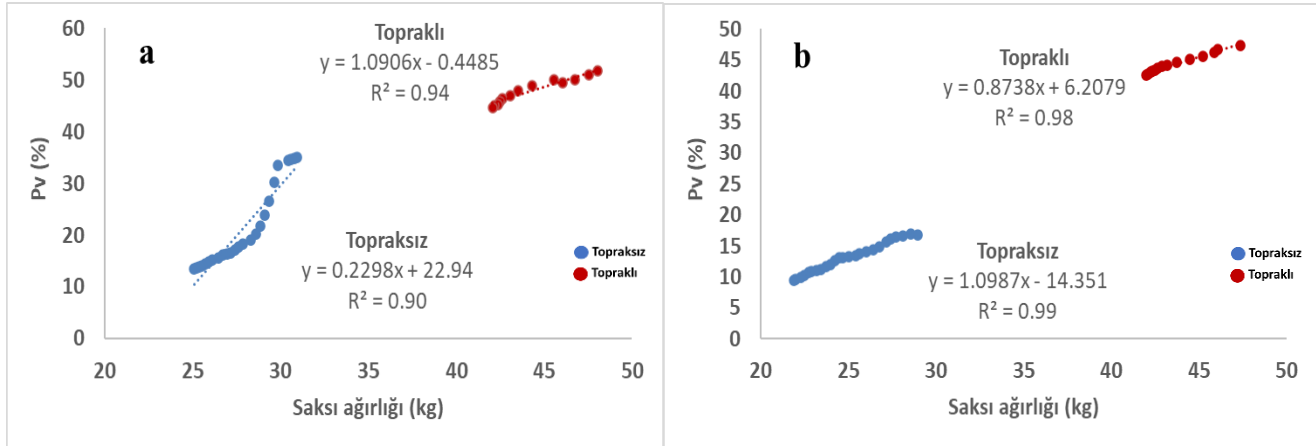
Şekil 4. Birinci test sonunda S1 sensörleri.

Figure 4. S1 sensors at the end of the first test.

Topraksız ortam tekerrürlerinin ardından, sensörlerin hepsi test edilerek arızalı sensörler tespit edilmiş ve yenisi ile değiştirilmiştir. Böylece topraklı ortam denemesi için bütün sensörlerin çalıştığı teyit edilmiştir.

Kontrol Sensörünün Kalibrasyon Hassasiyeti

Çalışmada kontrol olarak kullanılan sensörlerin referans olarak kullanımının tespiti için lizimetrik prensibe göre kalibrasyon hassasiyetleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 5.'te verilmiştir.



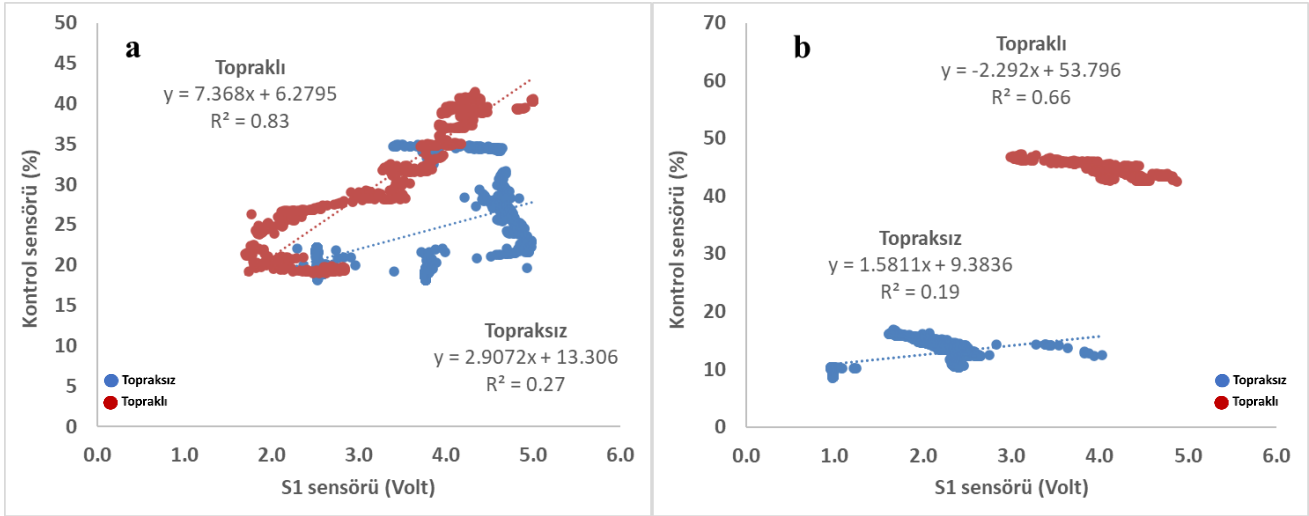
Şekil 5. Kontrol sensörünün birinci (a) ve ikinci (b) testine ilişkin kalibrasyon sonuçları.

Figure 5. Calibration results for the first (a) and second (b) test of the control sensor.

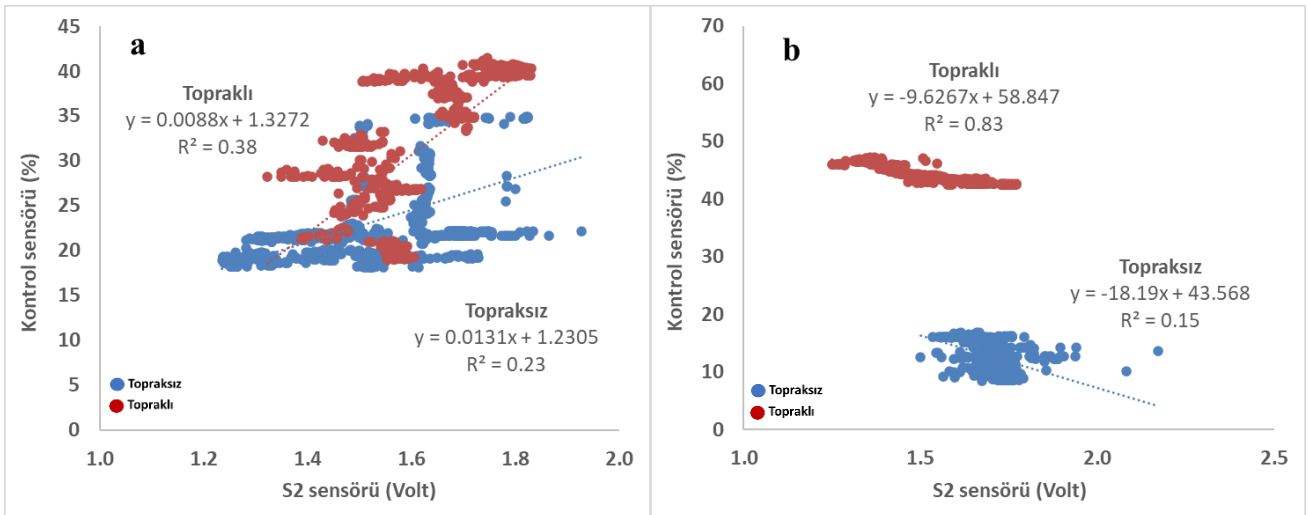
Kontrol sensörlerine ilişkin ortalama R^2 değerleri, topraklı koşullarda 0.96 ve topraksız koşullarda da 0.95 olarak elde edilmiştir. Söz konusu değerler, toprak neminin bu sensörler ile oldukça yüksek doğrulukla tahmin edilebileceğini göstermiştir. Nitekim daha önceden yapılan çalışmalarda da bu sensörlerin toprak nemini belirlemede başarılı bir şekilde kullanılabilirliği bildirilmiştir (Spelman ve ark., 2013; Naglic, 2015; Raper, ve ark., 2015; Lopez Aldaba ve ark., 2018). Bu durum, kontrol sensörlerinin çalışma kapsamında kullanılabilir olduğunu ortaya koymaktadır.

Kontrol Sensörü ile Arduino Uyumlu Sensörler Arasındaki İlişkiler

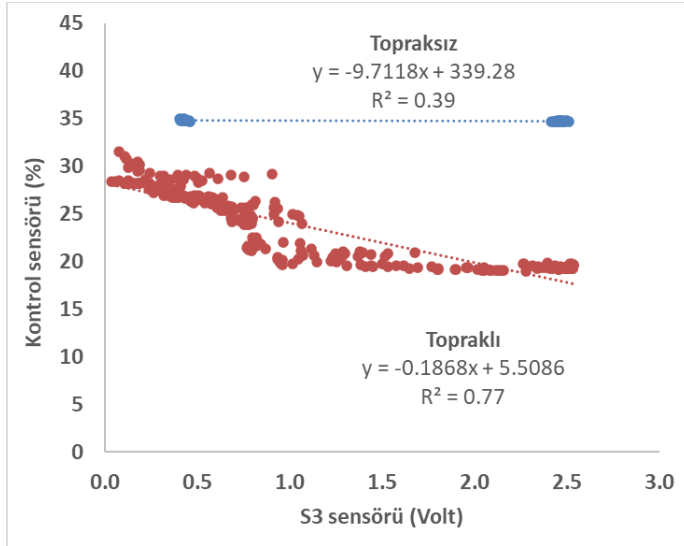
Arduino mikroişlemci ile kullanılan sensörlerin farklı yetiştirme ortamlarında toprak nemine karşı tepkilerini belirlemek için farklı zamanlarda iki kez teste tabi tutulmuş ve kontrol sensörleri ile eş zamanlı veri kaydı sağlanmıştır. Elde edilen bu veriler ile aralarında regresyon analizi yapılmış ve sonuçlar grafiksel olarak göstermiştir. Buna göre, S1 sensörü ile kontrol sensörü arasındaki ilişki incelendiğinde, birinci ve ikinci test sonucunda elde edilen R^2 değerlerinin ortalamalarına göre topraklı koşullarda $R^2 = 0.75$ ve topraksız koşullarda $R^2 = 0.23$ olarak bulunmuştur (Şekil 6). Ancak, ikinci testte (Şekil 6b) topraklı koşulda elde edilen R^2 değeri kısmen yüksek gibi gözükse de ilişkinin ters yönde eğilim göstermesi sensörün güvenilirliğini ortadan kaldırmıştır. S2 sensörü için ortalama R^2 değerleri topraklı ve topraksız koşullara göre sırasıyla 0.61 ve 0.19 olarak elde edilmiştir (Şekil 7). S2 sensörünün birinci testinde pozitif doğrusal ilişki görülürken (Şekil 7a), ikinci testte ters ilişki (Şekil 7b) görülmüştür. Bu durumun ikinci teste geçildiğinde, sistem her ne kadar veri almayı sürdürse de, söz konusu sensörlerin yukarıda açıklandığı şekilde oksitlenerek bozulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim S3 sensöründe ikinci teste geçildiğinde belirtilen nedenlerden dolayı hiç veri alınamamıştır. İlk test sonucuna göre elde edilen R^2 değerleri, topraklı koşullarda 0.77, topraksız koşullarda ise 0.39 olarak elde edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 6. Birinci (a) ve ikinci (b) test sonuçlarına göre S1 ile kontrol sensörleri arasındaki ilişkiler.
 Figure 6. Relationships between S1 and control sensors according to first (a) and second (b) test results.



Şekil 7. Birinci (a) ve ikinci (b) test sonuçlarına göre S2 ile kontrol sensörleri arasındaki ilişkiler.
 Figure 7. Relationships between S2 and control sensors according to first (a) and second (b) test results.



Şekil 8. Birinci test sonucuna göre S3 ile kontrol sensörleri arasındaki ilişkiler.

Figure 8. Relationships between S3 and control sensors according to first test results.

SONUÇ

Günümüzde bilinen sensörlerin dışında maliyeti oldukça düşük ancak ölçüm doğruluğu ve ömrü henüz tam olarak bilinmeyen sensörler üretilmeye başlanmıştır. Bu bağlamda, düşük maliyetli bu sensörlere ilişkin verilerin ne derece sağlıklı olduğunu ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmada, kontrol sensörü olarak yaygın şekilde kullanılan ve güvenilirliği ortaya konmuş bir sensörle, 3 farklı toprak nem sensörünün iki farklı yetiştirme ortamında elde edilen sonuçlar ile aralarındaki ilişkilere bakılmıştır. Çalışma sonucunda, her iki ortamda da kontrol sensörünün toprak nemini başarılı bir şekilde belirlediği ortaya konmuştur. Ancak, test edilen ekonomik toprak nem sensörleri topraksız koşullarda bu başarıyı gösterememişlerdir. Bu sensörlerde topraklı koşullarda nemi belirleme kabiliyetinin daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Kısa süreli ve topraklı koşullar olmak kaydıyla sadece S1 sensörü diğerlerine göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. İki ayrı zamanda yapılan testlerde bu sensörlerin düzenli olarak doğru sonuçlar vermediği ve çabuk oksitlenmelerinden dolayı ekonomik ömürlerinin uzun olmadığı gözlemlenmiştir. Deneme düzeninde farklı sensörlerden eş zamanlı veri almak için iç kontrol entegrasyonu kullanılmış olması, sensörlerin üzerinde sürekli besleme olmasını gerektirmektedir. Bununla birlikte, mikroişlemciye doğrudan bağlanan sensörlerin sadece veri alınacağı zaman elektrik yüküne maruz kalmaları sağlanarak oksitlenmenin geciktirilmesi mümkündür. Fakat, kullanılan sensör sayısına bağlı olarak mikroişlemci sayısının artması ve bu mikroişlemcilerin birbirleri ile haberleşme zorunluluğu ise bu şekilde kullanımlarını zorlaştıracaktır. Bu sebeplerden dolayı bu tip sensörlerin kullanılması durumunda, verilerinin sürekli kontrol altında tutulması ve arızalananların yenileriyle değiştirilmeleri sağlanmalıdır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazımı tarafımızca eşit olarak yapılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: FHD-2018-2610).

KAYNAKLAR

- Cardenas-Lailhacar, B. C., & Dukes, M. D. (2010). *Precision of soil moisture sensor irrigation controllers under field conditions. Agricultural Water Management, 97*, 666-672.
- Chow, L., Xing, Z., Rees, H. W., Meng, F., Monteith, J., & Stevens L. (2009). Field performance of nine soil water content sensors on a sandy loam soil in New Brunswick, Maritime Region, Canada. *Sensors, 9*, 9398-9413.
- Çetin, Ö. (2003). *Toprak-Su İlişkileri ve Toprak Suyu Ölçüm Yöntemleri*. Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 258, Teknik Yayın No: 25, Eskişehir.
- Demirel, K. (2012). *Toprak altına serilen su tutma bariyerlerinin (stb) toprak su içeriği ve çim bitkisi gelişimi üzerine etkileri*. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Heng, L. K., Cayci, G., Kutuk, C., Arrillaga, J. L., & Moutonnet, P. (2002). *Comparison of soil moisture sensors between neutron probe, diviner 2000 and TDR under tomato crops*. 17th WCSS, Paper No.1532, Thailand.
- Huang, Q., Akinremi, O. O., Sri Rajan, R., & Bullock, P. (2004). Laboratory and field evaluation of five soil water sensors. *Canadian Journal of Soil Science, 84*, 431-438.
- Leib, B. G., Jabro, J. D., & Matthews, G. R. (2003). Field evaluation and performance comparison of soil moisture sensors. *Soil Science, 168*(6), 396-408.
- Lopez Aldaba, A., Lopez-Torres, D., Campo-Bescós, M. A., López, J. J., Yerro, D., Elosua, C., Arregui, F. J., Auguste, J.-L., Jamier, R., Roy, P., & López-Amo, M. (2018). Comparison between capacitive and microstructured optical fiber soil moisture sensors. *Applied Science, 8*, 1499.
- Naglic, B. (2015). Evaluation of a low-cost sensor for soil moisture monitoring. *Hop Bulletin, 22*, 66-73.
- Paige, G. B., & Timothy, O. K. (2008). Comparison of field performance of multiple soil moisture sensors in a semi-arid rangeland. *Journal of the American Water Resources Association, 44*(1), 121-135.
- Raper, T. B., Henry, C. G., Espinoza, L., Ismanov, M., & Oosterhuis, D. M. (2015). Response of two inexpensive commercially produced soil moisture sensors to changes in water content and soil texture. *Agricultural Sciences, 6*, 1148-1163.
- Spelman, D., Kinzli, K., & Kunberger, T. (2013). Calibration of the 10hs soil moisture sensor for southwest florida agricultural soils. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 139*, 965-971.
- Starr, J. L., & Paltineanu, I. C. (1998). Real-time soil water dynamics over large areas using multisensor capacitance probes and monitoring system. *Soil&Tillage Research, 47*, 43-49.
- Topp, G. C. (2003). State of the art measuring soil water content. *Hydrological Process, 17*, 2993-2996.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)

<http://dergipark.org.tr/ijaws>



Araştırma Makalesi

Broyler Kümeslerinde Çalışan İşçilerin Amonyak Maruziyetlerinin Belirlenmesi

İlker Kılıç 

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği, Bursa

Geliş tarihi (Received): 14.05.2021

Kabul tarihi (Accepted): 06.07.2021

Anahtar kelimeler:

Amonyak, broyler kümesi, iş sağlığı, maruziyet

Özet. Ucuz protein kaynağı olan tavuk eti üretimi konusunda ülkemiz dünyada önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle üretim koşulları daha da iyileştirilerek üretim kalitesi ve miktarı artırılabilir. Benzer şekilde kümes iç ortam koşulları hem hayvan refahı hem de çalışan sağlığı ve güvenliği açısından iyileştirilmelidir. İş sağlığı ve güvenliği açısından tehlikeli işyeri olarak sınıflandırılan kümeslerde çalışan sağlığını etkileyen en önemli parametre kümes ortamında bulunan kirlenici gazlar, partikül madde ve kokudur. Bu çalışmada Bursa bölgesinde faaliyet gösteren üç adet broyler kümesinde ölçülen amonyak (NH₃) konsantrasyonları işçi sağlığı ve güvenliği açısından maruziyet perspektifinde değerlendirilmiştir. Bu amaçla çalışmada incelenen broyler kümeslerinde bir yıl boyunca kış ve yaz mevsimlerinde sürekli olarak 24 saat boyunca iç ortamda sıcaklık, bağıl nem ve hava hızı ile NH₃ konsantrasyonları ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda üç kümes içinde elde edilen kış mevsimi NH₃ konsantrasyonları yönetmeliklerde belirtilen 8 saatlik maruziyet sınır değerlerini aştığı görülmüştür. NH₃ konsantrasyonları, bir günün, Broyler1 kümesinde %100'ünde, Broyler2 kümesinde %34'ünde (8 saat) ve Broyler3 kümesinde %87.5' inde (21 saat) kısa süreli maruziyet sınırı (20 ppm) üzerinde seyretmiştir. Özellikle Broyler1 kümesinde ölçüm saatlerinin bir kısmında 50 ppm'lik kısa süreli maruziyet sınırını bile geçmektedir. Buna karşın yaz mevsiminde ise her üç kümeste bile maruziyet sınır değerlerinin çok altında konsantrasyon değerleri elde edilmiştir. Sonuç olarak özellikle kış mevsiminde broyler kümesi iç ortamında bulunan NH₃ konsantrasyonlarının azaltılması gerekmektedir. Azaltma yöntemleri arasında kirlenici gazı daha oluşmadan kaynağında engelleyen kaynakta önleme stratejilerinin uygulanması en etkili yol olacaktır.

*Sorumlu yazar

ikilic@uludag.edu.tr

Determination of Ammonia Exposures of Workers Working in Broiler Houses

Keywords:

Ammonia, broiler house, occupational health, exposure

Abstract. Turkey has an essential role in the production of poultry, which is a cheap protein source. For this reason, the production quality and quantity can be increased by further improving the production conditions. Similarly, the indoor conditions of the poultry house should be improved in terms of both animal welfare and employee health and safety. The most critical parameter affecting the health of the workers in the poultry houses, classified as dangerous workplaces in terms of occupational health and safety, are the polluting gases, particulate matter, and odor in the poultry environment. In this study, ammonia (NH₃) concentrations measured in three broiler clusters operating in the Bursa region were evaluated from the perspective of exposure in terms of worker health and safety. For this purpose, indoor temperature, relative humidity, air velocity, and NH₃ concentrations were measured continuously for 24 hours in winter and summer seasons in the broiler houses examined in the study. As a result of the measurements, it was observed that the winter season NH₃ concentrations obtained in the three poultry houses exceeded the 8-hour exposure limit values specified in the regulations. NH₃ concentrations remained above the short-term exposure limit (20 ppm) in 100 % of the Broiler1 house, 34 % (8 hours) in the Broiler2 house, and 87.5 % (21 hours) in the Broiler3 house. Especially in the Broyler1 house, it exceeds the short-term exposure limit of 50 ppm in some measurement hours. On the other hand, in summer, concentration values far below the exposure limit values were obtained even in all three houses. As a result, NH₃ concentrations in the broiler house interior environment should be reduced, especially in winter. Among the mitigation techniques, implementing prevention strategies at the source, which prevents the pollutant gas at its source before it is formed, will be the most effective.

GİRİŞ

Dünya genelinde kanatlı eti üretimi, protein başta olmak üzere yağ asitleri ve vitaminler gibi moleküller bakımından besleyici içeriği yüksek besin kaynağı eldesini ekonomik olarak sağlaması dolayısıyla tarım ve gıda sektöründe önemli bir üretim alanını oluşturmaktadır. Küresel bazdaki üretim değerleri incelendiğinde kanatlı etleri arasında ilk sırayı broiler etinin aldığı görülmektedir. Broiler yetiştiriciliği, diğer tarım sektörleri ile kıyaslandığında iş gücü oranı az, gelişmiş ve teknolojiye açık bir üretim sektörüdür (Çiftçi ve Azman, 2008; Tonbak ve ark., 2017). Yetiştiricilikte üretim süresinin kısa olması, düşük sermaye gereksinimi ve yemden yararlanma oranının yüksek olması, üretimde kar oranını arttırmaktadır (Tümer ve ark., 2018).

Broiler tavuk üretiminde dünyada 1960'larda başlayan gelişmeler sayesinde yaşanan hızlı artış günümüzde artarak devam etmektedir. Ülkemiz, sektörde 1980'li yıllarda yaşanan gelişmelerle ve son yıllarda kümeslerde yaşanan kapasite artışıyla birlikte broiler üretiminde ilk 10 ülke içinde yer alarak üretim payını arttırmış olup ülkemizde broiler et üretimi modern tesislerde, uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilmektedir (Keskin ve Demirbaş, 2012; Sarıca ve ark., 2020). FAO (2019) verilerine göre 2019 yılında Dünya genelindeki mevcut tavuk sayısının 25 915 318 000 adet, ülkemizdeki mevcut tavuk sayısının ise 342 567 000 adet olduğu belirtilmektedir. Ülkemizde 2019 yılı ocak-aralık döneminde tavuk eti üretimi 2 138 451 tona, kesilen tavuk sayısı 1 207 088 000 adede; 2020 yılı ocak-aralık döneminde ise tavuk eti üretimi 2 136 263 tona, kesilen tavuk sayısı 1 200 707 000'e ulaşmıştır (TÜİK, 2021).

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 9'uncu maddesi uyarınca oluşturulan İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'nde tavuk, beç tavuğu vb. yetiştiriciliği, kuluçkahane faaliyetleri ve kümes hayvanlarından yumurta üretimi tehlikeli sınıfta yer almaktadır (Anonim, 2012).

Broiler kümesleri içerisinde biyolojik faaliyetler neticesinde tavuklardan, yem partiküllerinden, altlıktan ve gübreden kaynaklanan zararlı gazlar, kümes hayvanları ve çalışanlar üzerinde birçok olumsuz etki barındırmaktadır (Yazarel ve ark., 2020).

Ülkemizde etlik piliç üretiminde gıda güvenliğini sağlamak, hayvan hastalık ve zararlıları ile etkili bir mücadele gerçekleştirmek amacıyla 2018 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından kurulan e-reçete ve ilaç takip sistemi, tavuk eti ve yumurta gibi gıdalarda kalıntı izleme ve antibiyotik kullanımının azaltılması bakımından önemli bir adım olarak görülmektedir (Cihangir, 2020).

Literatürde tavukçuluk sektöründe iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili birçok çalışmanın yer aldığı görülmektedir. Hayvan barınağında çalışanlar 8 saatten fazla bir süre boyunca 20 ppm seviyesindeki konsantrasyona maruz kalırsa kan üre azotu hızlı bir şekilde artar (Schiffman ve ark., 2006). Amonyak gazının yoğun olduğu kümeslerde çalışanların gözlerinde yanma ve sulanma, hapşırma, öksürme burun tıkanıklığı ve tahriş gibi semptomların görüldüğü, işçilerin kış aylarında ciddi solunum problemleri yaşadığı belirtilmektedir (Yazarel ve ark., 2020).

Çoktu (2015) gerçekleştirdiği çalışmada Manisa ilinde üretim yapan bir piliç işleme ve değerlendirme tesisi iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmiştir. Üretimde karşılaşılan çeşitli riskler belirlenmiş ve analiz edilmiştir. Üretim tesisinin son 1 yıllık revir kayıtlarına göre çalışanların %27'sinin kas iskelet sistemi rahatsızlıkları yaşadıkları belirlenmiştir. Bunun dışında solunum sistemi rahatsızlıkları, cilt hastalıkları, kesik, batma, kayma, düşme ve çarpışma gibi sağlık ve güvenlik risklerinin de yer aldığı görülmektedir.

Çakır ve Ocaktan (2017) bir beyaz et entegre üretim tesisindeki iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları ve çalışan sağlık sorunlarının belirlendiği çalışmada çalışanların %30,5'inin çalışma süresince iş kazası geçirdiği, geçirilen iş kazalarının yaklaşık yarısının kesik, çizik, kayma, takılma, düşmeden kaynaklandığı saptanmıştır. Son bir yıl içerisinde, çalışanların %50,3'ünün belinde, %39,4'ünün boynunda, %37,6'sının el/el bileğinde, %37,5'inin omzunda ağrı oluştuğu bildirilmiştir. Tesis çalışanlarının %97,6'sının iş sağlığı ve güvenliği konusunda eğitim aldığı belirtilmektedir. Çalışanların %85,8'inin gürültülü ortam koşullarında çalıştığı ve büyük çoğunluğunun kişisel koruyucu donanım kullandığı saptanmıştır.

Naseem ve King (2018) kümes içinde meydana gelen amonyak emisyonunun iyi bir havalandırma sistemi kullanılarak azaltılabileceğini, bu sayede kümes hayvanları ve çalışanların sağlık koşullarının iyileştirilebileceğini belirtmektedir (Yazarel ve ark., 2020).

Williams ve ark. (2017) broiler kümesindeki solunabilir toz ve amonyak konsantrasyonlarını azaltmak için yağmurlama soğutma sisteminin etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada sistemin emisyon azaltmadaki etkisinin çok düşük olduğu, işçilerin toz ve amonyak maruziyetini etkili bir şekilde azaltmak için uygun maliyetli mühendislik uygulamalarının, idari ve çalışanların maruziyet kontrollerinin yapılması gerektiği belirtilmektedir.

Bu çalışmada broiler kümesleri iç ortamında var olan NH₃ konsantrasyonlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından maruziyet perspektifinde değerlendirilmesi yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada incelenen broiler işletmeleri Bursa bölgesinde faaliyet göstermektedir. İşletmede kullanılan kümes mekanik havalandırma olup uzun kenar boyunca yerleştirilen pencerelerde aydınlatmanın yanı sıra havalandırma için kullanılmaktadır. Tavuklar yerde altlık üzerinde yetiştirilmekte ve altlık olarak çeltik kavuzu kullanılmaktadır. İşletmede çalışan işçiler aileleri ile birlikte kümeste çalışmaktadırlar.

Çalışmada broiler kümesleri bir yıl boyunca kış ve yaz mevsimlerinde sürekli ölçümlerle izlenmiştir. Kümes iç ortamında, sıcaklık, bağıl nem ve hava hızı değerleri ile NH₃ konsantrasyonları ölçülmüştür. İç ortam iklim koşulları sıcak telli çok fonksiyonlu sıcaklık-nem-hava hızı ölçer ile gerçekleştirilmiştir (Testo 435-2, Testo GmbH, Almanya). Amonyak konsantrasyonları ise elektro-kimyasal sensörlü gaz analizörü ile gerçekleştirilmiştir (MultiRAE-Lite, RAE, ABD). Ölçüm cihazları kümeslerin enine ve boyuna orta noktasına yerleştirilmiştir. Ölçümler üç broiler kümesinde eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Çoklu gaz ölçerler çalışanların solunum hizaları olan yerden 1.5 m yüksekliğe asılmıştır. Böylece çalışanların solunum seviyelerindeki konsantrasyon değerleri belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen NH₃ konsantrasyonlarına ilişkin veriler ülkemizde uygulanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliği'nde verilen maruziyet sınır değerleri ile karşılaştırılarak kümesler içerisindeki durumun iş sağlığı ve güvenliği açısından ne durumda olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada incelenen broiler kümeslerinde ölçülen NH₃ konsantrasyonlarının arasındaki farklılıkların önemlilikleri varyans analizi ile belirlenmiştir. Bu analiz için JMP 7.0 istatistik yazılımı kullanılarak General Lineer Model analizi yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Broiler Kümeslerinin Yapısal Özellikleri

Çalışmada incelenen broiler kümeslerine ilişkin genel özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Broiler kümeslerinin kapasiteleri 10000-24000 tavuk arasında değişmektedir. Çalışmadaki broiler kümesleri mekanik havalandırma sistemi ile havalandırılmaktadır. Broiler1 işletmesi mekanik havalandırma sisteminde 150 cm çapında 4 adet fan kullanırken, Broiler2 işletmesi 120 cm çapında 5 adet ve Broiler3 işletmesi 200 cm çapında 2 adet havalandırma fanı kullanılmaktadır. Broiler kümeslerinde iç ortam sıcaklığı 30°C'nin üstüne çıktığında fanlar çalıştırılmaya başlanmaktadır. İncelenen broiler kümeslerinde gübre, altlık üzerinde toplanmakta ve her yetiştirme periyodunun (35-45 gün) sonunda temizlenmektedir.

Çizelge 1. Çalışmada incelenen hayvan barınaklarının genel özellikleri.

Table 1. General characteristics of monitored broiler houses.

İşletme adı	Yetiştiricilik sistemi	Kapasite	Havalandırma sistemi	Gübre temizleme
Bro1	Yerde	10 000	Mekanik	Altılık
Bro2	Yerde	12 000	Mekanik+doğal	Altılık
Bro3	Yerde	24 000	Mekanik	Altılık

İncelenen barınaklara ilişkin alan ve hacim gibi özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'den görülebileceği gibi, broiler kümeslerinde kümes genişliği, 8.6-14.4 m arasında değişmektedir. İncelenen kümeslerin uzunlukları ise broiler kümeslerinde 27.7-100 m, arasında değişim göstermektedir. Broiler kümeslerinin genişlik ve uzunluk ölçülerine göre bu kümeslerde uygulanan yerleşim sıklığı incelendiğinde Broiler1 ve Broiler3 için oldukça sık bir yerleşimin olduğu söylenebilir. Bu durum kümes içerisindeki temiz havanın hızla tükenmesine ve işçi sağlığı açısından sorunlara yol açabilecektir.

Çizelge 2. Çalışmada incelenen hayvan barınaklarının yapısal özellikleri.

Table 2. Structural characteristics of monitored broiler houses.

İşletme	Barınak alanı (m ²)	Barınak hacmi (m ³)	Yerleşim sıklığı (Tavuk x m ⁻²)
Bro1	336	1714	30
Bro2	1250	4875	10
Bro3	399	2075	33

İç Ortam İklimsel Çevre Koşulları

Kümeslerde kış ve yaz mevsimlerinde yapılan ölçümler sonucunda ortalama sıcaklık, bağıl nem ve hava hızı değerleri Broiler 1 için sırasıyla 22.00 °C, %68.84, 0.11 m.s⁻¹, Broiler 2 için, 25.68 °C, %65.73, 0.57 m.s⁻¹, Broiler 3

için 17.12 °C, 67.02 ve 0.21 m.s⁻¹olarak belirlenmiştir. Kümeste yapılan iç ortam iklimsel çevre koşulları ölçüm sonuçlarına göre her üç küme için, maksimum değerler sıcaklık için öğlen 12:00-14:00 arasında, bağıl nem için gece 23:00-02:00 arasında ve hava hızı için öğlen 12:00-14:00 arasında gerçekleşmiştir. Minimum değerler ise, sıcaklık için gece 22:00-01:00 arasında, bağıl nem için öğlen 12:00-14:00 arasında, ve hava hızı için sabaha karşı 02:00-05:00 arasında elde edilmiştir. Kümesler arasında en yüksek sıcaklık değeri Broiler 2’de, bağıl nem değeri Broiler 1’de ve hava hızı değeri Broiler 2’de ortaya çıkmıştır.

Broiler tavukları için optimum sıcaklık değerlerini Türkoğlu ve ark. (2018), 10°C -25°C arasında, Butcher ve ark. (2019) 21°C olarak bildirmektedirler. Optimum bağıl nem değerleri ise %65-80 arasındadır (Olgun, 2016).

İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Amonyak Konsantrasyonları

Çalışmada incelenen broiler kümeslerinde kış ve yaz döneminde ölçülen NH₃ gazı konsantrasyonlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3’de verilmiştir. Amonyak konsantrasyonlarının çalışma süresince 2-85 ppm, arasında değiştiği görülmektedir. Küme iç ortamında yapılan ölçümler ile broiler işletmeleri için kış döneminde gerçekleşen ortalama NH₃, konsantrasyonları en yüksekten düşüğe göre Broiler1, Broiler3 ve Broiler2 şeklinde sıralanmaktadır. Bu sıralama yaz döneminde ise Broiler3, Broiler1 ve Broiler2 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 3. Broiler kümeslerinde ölçülen NH₃ konsantrasyonları.

Table 3. NH₃ concentrations measured in broiler houses.

Kümes	Parametre	NH ₃ konsantrasyonu(ppm)	
		Kış	Yaz
Bro1	Ort	57.63 ^a	4.43 ^b
	Mak	84.94	6.78
	Min	29.62	2.47
	SS	16.07	1.58
Bro2	Ort	17.31 ^c	3.71 ^c
	Mak	25.73	4.80
	Min	8.90	2.88
	SS	4.38	0.60
Bro3	Ort	26.77 ^b	6.20 ^a
	Mak	47.56	7.77
	Min	10.43	4.95
	SS	11.65	0.82

^{a-c} Farklı harfler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.

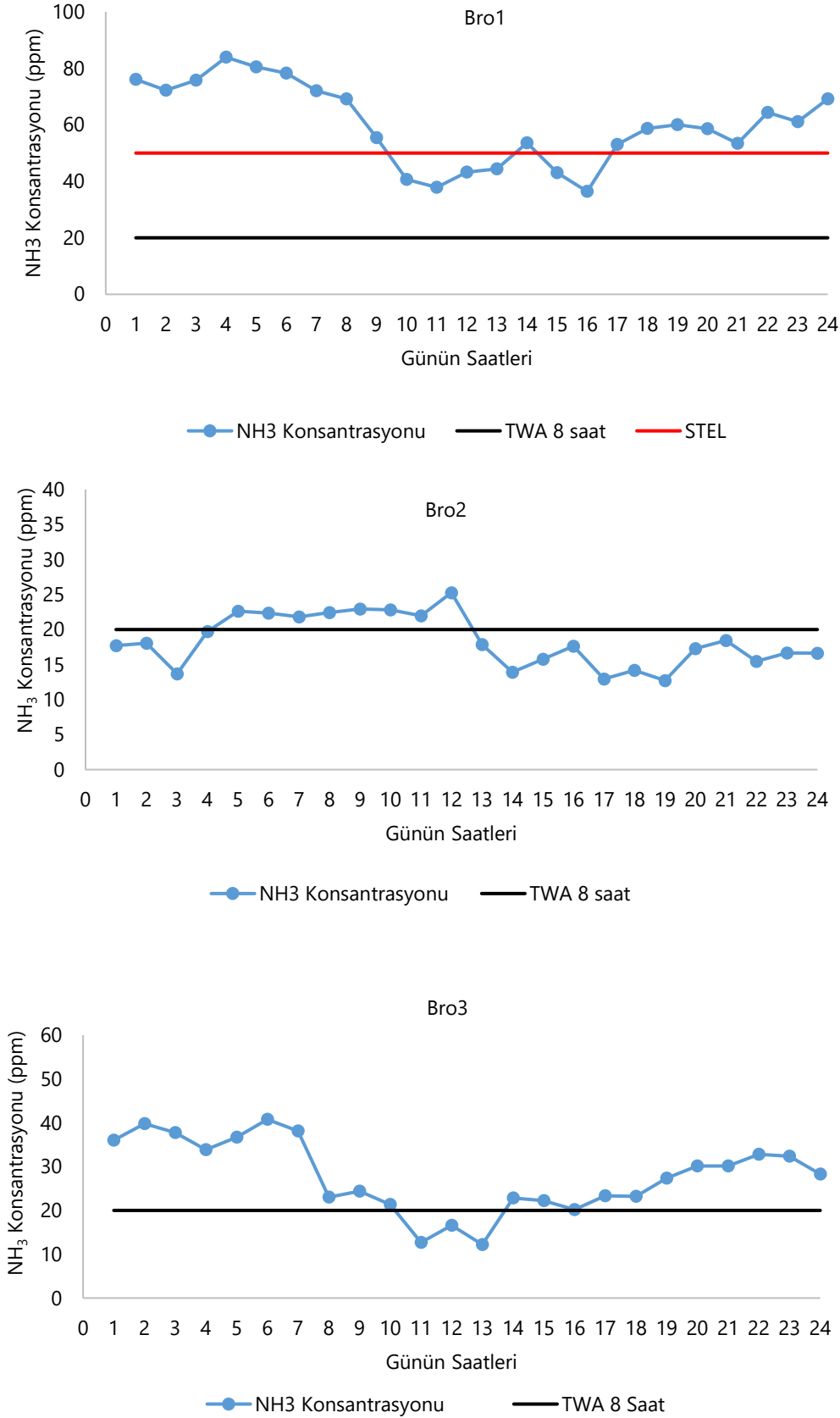
Çalışmada, broiler kümeslerinde maksimum gaz konsantrasyonları gece 01:00-05:00 arasında gerçekleşmiştir. Minimum değerler ise öğlen 11:00-14:00 arasında elde edilmiştir. Maksimum ve minimum NH₃ konsantrasyonları sırasıyla kış döneminde Broiler1 ve Broiler2, yaz döneminde Broiler3 ve Broiler2 işletmesinde gözlenmiştir. İncelenen broiler kümeslerinde elde edilen NH₃ konsantrasyonları arasındaki farklılıklar her ikisi mevsim için istatistiksel açıdan önemlidir (P<0.05). Bu durum işletmelerde uygulanan bakım yönetim işlerinin farklılaşmasının konsantrasyon üzerinde yarattığı farklıların önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4’de ülkemizde uygulanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliği’nde NH₃ gazı için verilen maruziyet sınır değerleri verilmiştir. Bu yönetmelik ayrıca Avrupa Birliğinde uygulanan 2009/161/EC numaralı yönetmeliğin paralelinde hazırlanmıştır. İş sağlığı ve güvenliği için çalışma ortamlarında NH₃ konsantrasyonları çizelgede verilen değerleri geçmemelidir. Yönetmelikte iki farklı maruziyet sınır değeri belirlenmiştir. Bunlardan ilki bir günlük çalışma saati olan 8 saatlik sürede maruz kalınabilecek 8 saatlik maruziyet sınır değeri ve diğeri ise sadece 15 dakikalık bir sürede maruz kalınabilecek kısa süreli maruziyet sınır değeridir.

Çizelge 4. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğinde verilen mesleki maruziyet sınır değerleri.

Table 4. Exposure limits in Regulation on Health and Safety Measures in the Working of Chemicals.

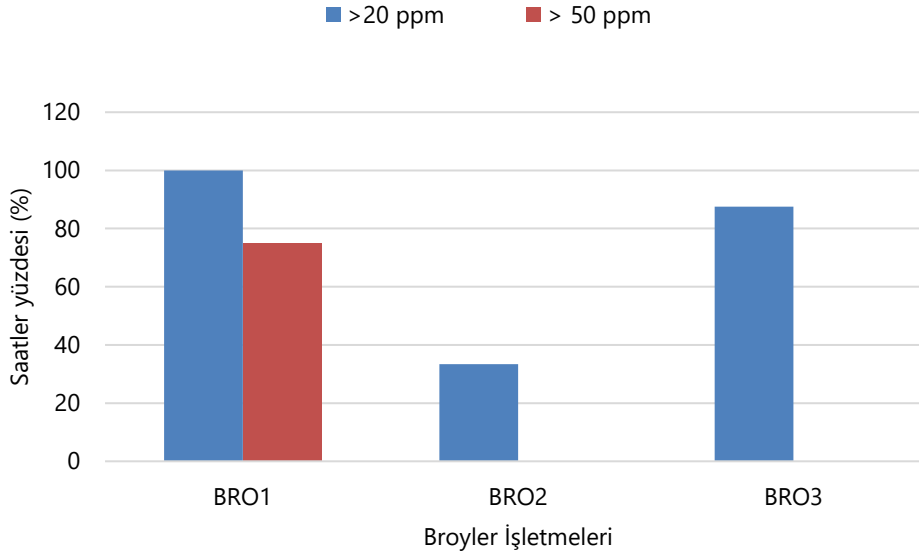
Kirlenici gaz	8 saatlik maruziyet		Kısa süreli maruziyet (15 dk)	
	(mg.m ⁻³)	(ppm)	(mg.m ⁻³)	(ppm)
NH ₃	14	20	36	50



Şekil 1. İncelenen broyler işletmelerinde kış mevsiminde NH₃ konsantrasyonunun saatlik değişimi.
Figure 1. The hourly variation in NH₃ concentrations in winter season in monitored broiler houses.

Şekil 1’de çalışmada incelenen broyler kümeslerinde kış mevsiminde elde edilen NH₃ gazının günün saatlerine göre değişimi verilmiştir. Şekillerde yönetmelikte verilen maruziyet sınır değerleri kırmızı ve siyah çizgiler ile belirtilmiştir. İncelenen kümeslerden Broiler1 kümesinde kış mevsiminde havalandırmanın yetersiz olmasından dolayı NH₃ konsantrasyonları yüksek değerlerde seyretmiştir. Bu nedenle elde edilen saatlik NH₃ konsantrasyonu

ortalamalarının tümünün 8 saatlik maruziyet sınır değeri (TWA 8 saat) olan 20 ppm'in üstünde gerçekleşmiştir. Elde edilen yüksek konsantrasyon değerleri 15 dakika maruz kalınması gereken kısa süreli maruziyet sınır değerlerini (STEL) bile aştığı şekil 1 de görülmektedir. Broiler1 işletmesinde sabah 10 öğleden sonra 16 saatleri arası hariç günün diğer saatlerinde NH₃ konsantrasyonları kısa süreli maruziyet sınır değerini aşmaktadır. Broiler2 de sabaha karşı 5 ve öğle 12 saatleri arasında 8 saatlik maruziyet sınırının üstünde konsantrasyonlar gerçekleşmiştir. Broiler3 işletmesinde ise öğle 11 ve 13 saatleri arasında hariç olmak üzere günün tüm saatlerinde 20 ppm'in üstünde konsantrasyonlar ölçülmüştür. Yüksek konsantrasyon değerleri her üç küme içinde sıcaklığın artmaya başladığı ve dolayısıyla havalandırmanın artış gösterdiği saatlerde azalma eğilimi göstermiştir. Genel olarak işçilerin küme içerisinde aktif olarak çalıştıkları zaman dilimlerinde yüksek konsantrasyonlar elde edildiği söylenebilir. Bu durum iş sağlığı ve güvenliği açısından oldukça önemlidir ve üzerinde durulması gereken ciddi bir problem oluşturmaktadır.

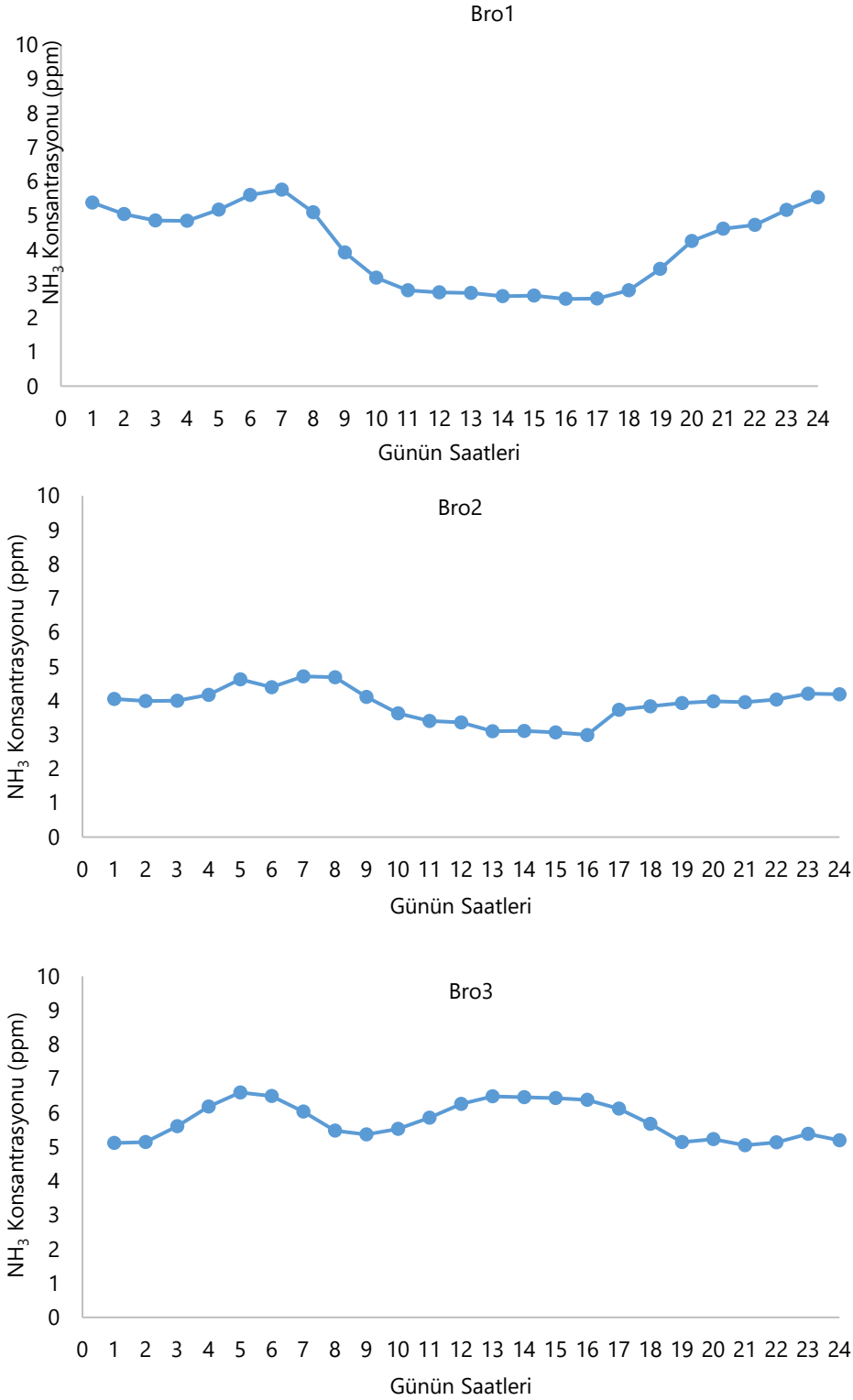


Şekil 2. İncelenen broiler kümeslerinde kış mevsimi NH₃ konsantrasyonlarının maruziyet sınır değerlerini geçen saatler yüzdesi.

Figure 2. The percentage of hour exceeding exposure limits of winter NH₃ concentrations in monitored broiler houses.

Çalışmada incelenen broiler işletmelerinde yaz mevsiminde ölçülen NH₃ konsantrasyonları Şekil 3'de verilmiştir. Yaz döneminde elde edilen konsantrasyon değerleri yönetmelikte belirtilen 8 saatlik ve kısa süreli maruziyet sınır değerlerinin her ikisinin de altında gerçekleşmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında yaz mevsiminde kümeslerde gerçekleşen NH₃ konsantrasyonlarının işçi sağlığı açısından tehlikeli boyutlara ulaşmadığı söylenebilir. Küme iç ortam sıcaklığının yaz mevsiminde optimum sınırlar içerisinde tutulabilmesi için havalandırma oranlarında gerçekleşen artışlar ve atık materyalinin üzerine yeni altlık eklenerek daha kuru tutulması küme içerisindeki NH₃ birikimini önlemekte ve böylece NH₃ konsantrasyonlarının düşük değerlerde ölçülmesine neden olmaktadır.

Çalışmada elde edilen NH₃ konsantrasyonları literatürde yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Broiler1 işletmesinde kış mevsiminde elde edilen ortalama NH₃ değeri, 57.63 ppm ile önceki çalışmalara oranla daha yüksek gerçekleşirken, diğer broiler işletmelerinde ise elde edilen NH₃ konsantrasyonları önceki çalışmalara benzerlik göstermektedir. Broiler kümesleri iç ortamında NH₃ konsantrasyonunu, Radon ve ark. (2002) 12.00 ppm, Redwine ve ark. (2002) 28.50 ppm, Liang ve ark. (2005) 37.00 ppm ve Kocaman ve ark. (2006) 23.06 ppm olarak bildirmişlerdir.



Şekil 3. İncelenen broyler işletmelerinde yaz mevsiminde ölçülen NH₃ konsantrasyonunun saatlik değişimi.
Figure 3. The hourly variation in NH₃ concentrations in summer season in monitored broiler houses.

SONUÇ

İncelenen broyler kümesleri arasındaki NH₃ konsantrasyonu arasındaki farklılıklar her iki mevsim içinde istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Çalışma sonucunda broyler kümeslerinde kış mevsiminde ortaya çıkan NH₃ konsantrasyonlarının iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yönetmeliklerde belirtilen 8 saatlik ve kısa süreli maruziyet sınır değerlerini aştığı belirlenmiştir. Özellikle kış mevsiminde Broiler1 kümesinde elde edilen tüm verilerin 8 saatlik maruziyet sınır değerinin üzerinde olduğu ve hatta bazı değerlerin saatlerce kısa süreli maruziyet sınır değeri olan 50 ppm'in üzerinde seyrettiği

gözlenmiştir. Bu konsantrasyon değerleri işçi sağlığı ve hayvan refahı açısından son derece tehlikelidir. Yaz mevsiminde ise çalışmada ele alınan tüm kümeslerde NH₃ konsantrasyonlarının 8 saatlik maruziyet sınır değerinin altında seyrettiği belirlenmiştir. Bu sonucun oluşmasında bu mevsimde kümeslerde uygulanan altlık yönetimi ve havalandırma miktarlarındaki artış etkili olmuştur. Böylece broiler kümeslerinde çalışan işçiler için yaz mevsiminde kış mevsimine göre daha sağlıklı bir çalışma ortamının bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İncelenen kümeslerde uygulanan yerleşim sıklıkları değerlendirildiğinde en küçük yerleşim sıklığına sahip Broiler2 kümesinde kış ve yaz mevsimlerinde en küçük NH₃ konsantrasyonlarının gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuç yerleşim sıklığının NH₃ konsantrasyonu üzerinde etkileri olduğunu göstermektedir. Daha sık bir yerleşimde barınak içerisindeki temiz hava hızlı bir şekilde tüketilmekte ve böylece aynı hızda kirletilmektedir. Uygulanan havalandırma miktarları kış mevsiminde iç ortam sıcaklığının düşmemesi adına aynı hızda artırılmadığı için içeride kirliliğin birikmesi ve dolayısıyla NH₃ konsantrasyonlarında artış yaşanmaktadır. Böylece yerleşim sıklığının hayvan refahının yanı sıra kümeslerde çalışan işçilerin sağlığı ve güvenliğini de etkilediği söylenebilir.

Çalışmanın yürütüldüğü kümeslerde işçilerin çalışma saatleri ve NH₃ konsantrasyonları karşılaştırıldığında, kış mevsiminde işçilerin yoğun olarak çalıştıkları sabah 08:00 akşam 18:00 saatleri arasında özellikle sabah saatlerinde öğleden sonra saatlerine göre daha yüksek konsantrasyonların yaşandığı görülmüştür.

Çalışma sonucunda, broiler kümeslerinde kış mevsiminde gerçekleşen NH₃ konsantrasyonlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından son derece tehlikeli seviyelerde seyrettiği ve bu değerlerin yönetmelikte belirtilen maruziyet sınır değerlerinin altına indirilmesi gerektiği belirlenmiştir. Bu nedenle özellikle kış mevsiminde NH₃ konsantrasyonlarının azaltılmasına yönelik olarak kümeslerde bir stratejinin uygulanması gerektiği açık bir sonuçtur. Azaltma yöntemleri arasında kirletici gazı daha oluşmadan kaynağında engelleyen, altlığa katkı maddesi ilavesi veya protein miktarı azaltılmış yem rasyonu gibi yöntemlerin uygulanması tavsiye edilir. Bu tip azaltma stratejilerinin uygulanması ile NH₃ konsantrasyonları kabul edilebilir değerlere indirilebilir. Çalışma sonucunda önerilen her iki azaltma stratejisi için literatürde yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmalarda önemli derecede yüksek arıtım verimliliği sonuçları elde edildiği görülmektedir. Angel ve ark. (2008), yumurta tavuklarında uygulanan standart yem rasyonundan %0.5 oranında daha az protein içeren yem kullanarak amonyak konsantrasyonlarını %39 oranında azaltmıştır. Lora ve ark. (2008), Brezilya'da farklı yem rasyonlarının broiler performansı ve kirletici gaz salımları üzerine bir araştırma yürütmüşler ve çalışma sonunda %17 oranında daha az amonyak ortaya çıkmıştır. Ritz ve ark. (2006), broiler kümeslerinde NH₃ konsantrasyonlarını kontrol altında tutmak için demir II sülfat (Fe₂(SO₄)₃) bileşiğini, kümesin her 93 m² 'si için 45 kg uygulamışlardır. Çalışma sonunda, NH₃ konsantrasyonlarındaki azalım oranları %0-58 arasında değişmiştir. Burns ve ark. (2008), broiler kümeslerinde NH₃ konsantrasyonları üzerine sıvı alümin altlık materyaline püskürtülmesinin etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre 41 günlük ölçüm süresince altlık materyaline düşük konsantrasyonlarda uygulanan sıvı alümin kümes içerisindeki NH₃ konsantrasyonlarını %90 oranında azaltmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKISI

İK; çalışmanın tasarlanması, verilen elde edilmesi ve değerlendirilmesi ile makale yazma işlemlerinin tümünü gerçekleştirmiştir.

KAYNAKLAR

Angel R., Powers W., & Applegate T. (2008). *Diet impacts for mitigating air emissions from poultry*. Livestock Environment VIII, Iguassu Falls, Brazil.

Anonim. (2012). *İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin işyeri tehlike sınıfları tebliği*, Resmi Gazete (26 Aralık 2012 tarihli), Sayı: 28509. BESD-BİR. (2021). *İstatistikler*. <https://besd-bir.org/tr/statistikler>. Erişim tarihi: 10 Nisan 2021.

Burns, R., Moore, P., & Moody, L. (2008). *Using liquid aluminum sulfate to reduce poultry housing ammonia emissions*. National Conference on Mitigating Air Emissions from Animal Feeding Operations, Iowa State University, Iowa, USA.

Butcher, G. D., & Miles, R. (2019). *Heat Stress Management in Broilers*. Institute of Food and Agricultural Sciences, Cooperative Extension Service. University of Florida, Florida.

- Cihangir, F. (2020). *Türkiye’de etlik piliç sektörünün ekonomik durumu ve sorunları*. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Çakır, M., & Ocaktan, E. (2017). *İş sağlığı ve güvenliği yönünden beyaz et üretim sektörünün değerlendirilmesi*. 4. Uluslararası Beyaz Et Kongresi, Antalya.
- Çiftçi, M., & Azman, M. A. (2008). *Yumurtacı Tavukların Beslenmesi ve Etlik Piliçlerin (Broiler) Beslenmesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. Medipres Matbaacılık Yayıncılık Ltd. Şti., Ankara.
- FAO. (2021). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>. Erişim tarihi: 9 Nisan 2021.
- Keskin, B., & Demirbaş, N. (2012). Türkiye’de kanatlı eti sektöründe ortaya çıkan gelişmeler: sorunlar ve öneriler. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26, 117-130.
- Lora, A., Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Lora, G., Lelis, G. R., & Borsatto C. G. (2008). *Nutritional strategies to reduce nutrient excretion in broilers*. Livestock Environment VIII, Iguassu Falls, Brazil.
- Naseem, S., & King, A. J. (2018). Ammonia production in poultry houses can affect health of humans, birds, and the environment-techniques for its reduction during poultry production. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 15269-15293.
- Olgun, M. (2016). Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi Yayınları, Yayın No:1577, Ankara.
- Ritz C. W., Harper L. A., Fairchild, B. D., Czarick, M., & Pavlicek, J. (2006). Evaluation of ferric sulfate as a ammonia control product in commercial broiler production. *Journal of Applied Poultry Research*, 2006
- Sarıca, M., Akkalkan, N., & Erensoy, K. (2020). Traditional poultry production and commercial production opportunities in Kastamonu province. *Journal of Poultry Research*, 17(1), 35-40.
- Schiffman S. S., Auvermann B. W., & Bottcher R. W. (2006). *Health Effects of Aerial Emissions from Animal Production Waste Management Systems*, Animal Agriculture and the Environment, ASABE, Michigan, USA.
- Tonbak, F., Atasever, M., & Çalıcıoğlu, M. (2017). Kanatlı etlerinde salmonella riski. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12, 90-98.
- TÜİK. (2021). *Kümes hayvancılığı üretimi*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kumes-Hayvanciligi-Uretimi-Aralik-2020-37214>. Erişim tarihi: 9 Nisan 2021.
- Tümer, E. İ., Ağır, H. B., & Gürler, D. (2018). Broiler üretiminde üretici memnuniyetini etkileyen faktörler. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5, 545-550.
- Türkoğlu, M., Arda, R., Yetişir, M., Sarıca, M., & Ersayın, C. (2018). *Tavukçuluk Bilimi, Yetiştirme ve Hastalıkları*. Otak From Ofset. Samsun.
- Williams Ischer, S., Farnell, M. B., Tabler, G. T., Moreira, M., O’Shaughnessy, P. T., & Nonnenmann, M. W. (2017). Evaluation of a sprinkler cooling system on inhalable dust and ammonia concentrations in broiler chicken production. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(1), 40-48.
- Yazarel, S., Sarıca, Ş., & Karaman, S. (2020). Mitigative practices for ammonia gas emissions from poultry manure. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8, 111-115.



Research Article

Effect of Different Organic Manures Application on the Bioactive Compound and Yield of Taşköprü Garlic (*Allium sativum* L.) under 50% Drought

Nezahat Turfan 

Biology, Science and Art Faculty, Kastamonu University, Kastamonu, Turkey

Received: 01.02.2021

Accepted: 19.04.2021

Keywords:

Chemical, drought, garlic, manure, taşköprü

Abstract. This study was carried out to assess the contribution of different organic fertilizer mixtures [(CONTROL (open field), CATTLE, CHICKEN, GOAT, İMPORTED PEAT (IPT), NATİVE PEAT (NPT), FIELD SOİL (FS: in greenhouse)] to drought tolerance of Taşköprü garlic, which was exposed to 50% water deficiency under greenhouse conditions. For this purpose, the measurement of yield was performed with bulbs, but the amount of some bioactive chemicals as chlorophyll, carotenoid, flavonoid, phenolic, proline, protein, free amino acid, sugars, pyruvic acid, malondialdehyde (MDA), hydrogen peroxide (H₂O₂), ascorbate peroxidase (APX) and superoxide dismutase (SOD) activities obtained from the fresh leaf and cloves grown in the different soil mix. According to the result, while the amount of pigment was found to be higher in the leaf of FS and FS-IPT, the flavonoid in FS-CHICKEN and total phenolic in FS-CATTLE-GOAT samples, nitrogenous compounds, and sugars (glucose, sucrose) were found to be rich in the control group (open field). The measurement of bulb weight, length, diameter, and the amount of lycopene, flavonoid, total phenolic, and free amino acid of garlic cloves obtained from FS-CHICKEN-IPT, FS-CATTLE-GOAT, FS-CHICKEN-GOAT, and FS-GOAT-NPT was higher when compared to the control. Furthermore, APX and SOD increased, whereas malondialdehyde lowered in these samples. As a result, the amounts of bulb yield, enzymatic and non-enzymatic compound, and sugars estimated using organic fertilizer were higher than the control, which was grown with inorganic fertilizer in an open field. In addition, the most drought-susceptible examples are the samples of FS, FS-ITP, FS-NTP, and FS-CATTLE soils considering all data.

*Corresponding author
nturfan@kastamonu.edu.tr

Farklı Organik Gübre Uygulamalarının %50 Kurak Stresi Altındaki Taşköprü Sarımsağının (*Allium sativum*) Biyoaktif bileşenleri ve Verim Üzerine Etkileri

Anahtar kelimeler:

Kimyasal, kurak, gübre, sarımsak, taşköprü

Özet. Bu çalışma, farklı organik gübre karışımlarının [(kontrol (tarla), sığır, tavuk, keçi, ithal torf (PT), yerli torf (NPT), tarla toprağı (FS: serada tarla toprağı)] sera koşulları altında %50 su eksikliğine maruz bırakılan Taşköprü sarımsağında kuraklığa dayanımdaki etkilerini ölçmek için gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla sarımsak başlarında verim ölçümleri yapılırken yaprak ve dişlerde pigment, flavonoit, fenolik bileşik, prolin, protein, serbest amino asit, şekerler (glukoz, sukroz), pürivik asit, malondialdehit (MDA), hidrojen peroksit (H₂O₂), askorbat peroksidaz (APX) ve süperoksit dismutaz (SOD) gibi bazı biyoaktif bileşiklerin miktar tayinleri ölçülmüştür. Sonuçlara göre fotosentetik pigment içeriği FS ve FS-IPT yapraklarında yüksek bulunurken flavonoit miktarı FS-CHICKEN, toplam fenolik FS-CATTLE örneklerinde, azotlu bileşikler ve şeker miktarı ise kontrol grubu (açık alan) bitkilerde yüksek bulunmuştur. Baş ağırlığı, uzunluk, çap ölçümleri ve ayrıca likopen, flavonoit, toplam fenolik ve serbest amino asit miktarı FS-CHICKEN-IPT, FS-CATTLE-GOAT, FS-CHICKEN-GOAT ve FS-GOAT-NPT örneklerinde daha yüksek belirlenmiştir. Hatta bu örneklerde askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz aktivitesi artış göstermiş ancak MDA azalmıştır. Sonuç olarak, baş verimi, şeker içerikleri, enzimatik ve enzimatik olmayan biyoaktif bileşenler organik gübre ile yetiştirilen bitkilerde açık alanda inorganik gübre ile yetiştirilen örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca tüm veriler göz nünde bulundurulduğunda kuraklığa en duyarlı örnekler FS, FS-ITP, FS-NTP ve FS-CATTLE olmuştur.

INTRODUCTION

Garlic is a widely cultivated spice crop that is used for food and medicinal purposes. The green parts of this crop are freshly consumed or cooked, especially in tropical areas and the raw use of immature bulbs in the salad is also popular (Adewale *et al.*, 2011). The economic importance of the garlic crop has greatly increased in the entire world in recent years. Despite its importance, several problems, such as drought, organic matter and mineral deficiency/toxicity, salinity, or some diseases, are encountered during the growth period (Shafeek *et al.*, 2015). In Kastamonu, the selenium level identified with garlic is sufficient in the soils of the garlic cultivation areas; however, the organic matter and some trace elements are insufficient (Kaçar *et al.*, 1998; Akça *et al.*, 2017). Taban *et al.* (2004) reported that 67.5% of the soil is insufficient for N (40%), P (85.5%), K (95%), Zn and Mn (7.5%), and Fe and B (67.5%). In addition, the use of natural manures (sheep/goat, chicken, and cattle) and peat, enrich the organic status of the soil. Studies have shown that the use of manure (cattle, chicken, goat, or sheep), herbal and urban wastes (Can *et al.*, 2019; Doğan *et al.* 2020), and composts in the cultivation of many crops, increases the tolerance of plants to drought by improving soil properties and water-holding capacity, which results in the availability of the nutrients available to plants by root cells, thus increasing the yield and quality per unit area (Mahmoody *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2016). Garlic can only be planted in areas where its root can uptake maximum water and mineral, with the soil moisture level close to the field capacity (60 cm from the soil surface), since garlic has a shallow root structure (Taban *et al.*, 2004; Acharya and Kumar, 2018). In addition, the stage at which garlic mostly requires water is during bulb formation and water deficiency, since this stage can result in reduced bulb quality, yield, and storage time (Rekowska *et al.*, 2008; Abou El-Magd *et al.*, 2012). Drought stress is among the most important suppressing factors that adversely affect growth and development, which results in reduced yield, quality and storage time of some fruits, bulbous species, roots, and stems that store nutrients. It is reported that the severity of the damage caused by drought on plants is closely related to the phases of the life cycle of the species. For instance, the drought that occurs at the initial growth phases (where energy consumption at the highest level can be lethal for the plant (Yazgan *et al.*, 2008; Hussein *et al.*, 2018). A most common effect of water deficiency on crops is a reduction in fresh weight which results in declination of both elongation and expansion of leaf (Farooq *et al.*, 2009; Temesgen *et al.*, 2018; Kurt *et al.*, 2020). Producers during the drought periods may reduce the number of hectares cultivated, thereby cultivating only drought-resistant cultivars. However, the use of organic fertilizers and the selection of resistant genotypes is now a common practice it effectively increases the yield and quality of agricultural products by stimulating drought tolerance (Shafeek *et al.*, 2013; Rahman *et al.*, 2018). There are studies investigating the factors that affect the growth, development, bulb yield, and quality of garlic; however, there are limited studies on the effects of organic manure application on drought-resistant Taşköprü garlic. The main purpose of this study was to investigate the effects of natural organic manures (cattle, chicken, and goat) and peat on drought stress tolerance level of Taşköprü garlic grown in an open field and greenhouse conditions under the drought. In this context, the most important quality criteria for garlic were examined and they include: the amount of bioactive compounds in the leaves and cloves; bulb weight, length, and diameter measurement, and cloves number. This investigating is the first study conducted to determine the effects of organic fertilizers on the drought-stress resistance of Taşköprü garlic in Kastamonu.

MATERIAL AND METHOD

Cultivation Experiment

This study was performed in an open field and under greenhouse conditions, in Kastamonu for approximately 5 months (24 February-13 July 2016). The field experiment was performed in the Taşköprü district, while the greenhouse experiment was set up in the Kastamonu University plastic greenhouse. For the open field experiment, big sized cloves were cultivated with a spacing of 10 x 30 cm in 2 x 2 sized plots (Mengesha and Tesfaye, 2015). The experiment was performed using a randomized block design (RBD) with three replicates. The samples were treated with the recommended dose (100%) of 100, 60, and 50 kg ha⁻¹ NPK (Mirzaei *et al.*, 2007).

For the greenhouse experiments, the cultivation order was arranged in RBD in three replicates, with six types of organic components: manure (cattle, chicken, and goat) and peat (native and imported) from February 2016 to July 2016. First, soil samples in the field were collected from the topsoil layer (20 cm) in Taşköprü and mixed with other organic manures. Second, the soil mixtures (the soil sample and organic manures) were placed into 40 x 50 diameter pots, with a total of 5000 g, as shown in Table 1. Homogeneous big sized garlic cloves were planted in triplicates, with 6-8 cloves and nine tubes used in each replica (Table 1). The cloves were planted in the soil mixture, such that the ends of the cloves and bulbs were visible on the soil surface (Vural *et al.*, 2000). Irrigation

of the garlic samples was performed twice a week with tap water according to the water-holding capacity of each pot until the seedling had 5-6 leaves. Application of 50% water restriction to the garlic samples started when the seedlings reached the 5-6 leaf stage. They were kept in the greenhouse with an average temperature of $26 \pm 2^\circ\text{C}$ and 65-70% humidity. Water given to the samples was estimated based on the water-holding capacity of the pots and values determined for each group were given in Table 1.

Table 1. Doses of soil mixtures where Taşköprü garlic samples were cultivated and amount of water to be applied for each group (50% water shortage).

Çizelge 1. Taşköprü sarımsak örneklerinin ekildiği toprak karışımlarının dozları ve su miktarları (%50 eksikliği).

Groups	Control	FS Field soil	IP Imported peat	NP Native peat	Cattle	Goat	Chicken	Water, ml
Control	-	-	-	-	-	-	-	270
FS	-	5000 g	-	-	-	-	-	135
FS-IPT	3000 g	-	2000 g	-	-	-	-	140
FS-NPT	3000 g	-	-	2000 g	-	-	-	140
FS-CATTLE	3000 g	-	-	1000 g	1000 g	-	-	140
FS-CATTLE- NPT	3000 g	-	1000 g	-	1000 g	-	-	145
FS-GOAT- NPT	3000 g	-	-	1000 g	-	1000 g	-	140
FS- CHICKEN- GOAT	2000 g	-	-	1000 g	-	1000 g	1000 g	140
FS- CHICKEN- IPT	3000 g	-	-	1000 g	-	-	1000 g	140
FS-CATTLE- GOAT	2000g	-	-	-	1000g	1000g	1000g	145

Control: only soil in the field in Taşköprü district of Kastamonu.

To perform chemical analysis on fresh leaves of garlic samples, fully developed healthy leaves were collected from seedlings exposed to drought for 4 weeks. All analysis was done with fresh leaf tissue in triplicate. Application of 50% water stress to the garlic seedling was stopped before harvest when the leaves turn yellow and begin to twist. The mature bulbs were harvested when the top leaves were dried completely with a notable yellow colouration. The garlic samples were collected in the second week of July, 2016. All samples were dried in a place that is not exposed to sunlight (carton paper) for 12-13 days (Francois, 1994). Ten mature bulbs were randomly chosen from each soil mixture to determine the fresh weight of bulb (g), as well as the polar and equatorial diameter of bulbs (cm) per plant. For the fresh weight of bulbs, ten samples were weighed using an electronic weighing machine. The polar and equatorial diameter of bulbs (cm) was estimated with a millimeter ruler.

Table 2. Properties of organic manures and field soil used in garlic cultivation.

Çizelge 2. Sarımsak ekiminde kullanılan toprak karışımlarının bazı özellikleri.

Nutrients of Soils	Cattle	Chicken	GOAT	IPT	NPT	Field soil (control)
%N	0.36	1.74	0.78	15	14	0.44
%C	28.31	34.32	35.22	33.42	35.28	24.44
%P	0.24	1.58	0.34	10	10	0.86
pH	7.13	6.76	7.08	6.44	6.32	6.76
mg Fe kg ⁻¹	88.74	144.56	124.46	2088	2046	34960
mg Zn kg ⁻¹	43.34	46.34	88.46	108.22	116.44	459.42
mg Mn kg ⁻¹	78.36	276.46	124.32	108.22	116.44	459.42

Soil samples to levels of 20 cm taken from Taşköprü and organic manures were air-dried, sieved, and used in elemental analysis at the Central Research Laboratory of Kastamonu University, which is shown in Table 2. The N, C, P, K of fertilizer used were 0.36-15%, 28.31-35.28%, 0.24-10% and 0.84-20%, respectively. Other microelements were 88.74-34960 mg Fe kg⁻¹, 43.34-88.68 mg Zn kg⁻¹, and 78.36-459.42 mg Mn kg⁻¹, respectively. The pH level of soils ranged from 6.32 to 7.17 (Table 2).

Chemical Analyses

To determine the chlorophyll content of garlic leaves, 0.5 g of the fresh leaf was crushed in liquid nitrogen and homogenized by adding 10 ml of 80% acetone in an ice bath (Lichtenthaler, 198). The mixture was centrifuged for 10 minutes at 3,000 rpm, and triplicate spectrophotometric (Shimadzu UV-260) readings of the supernatants noted were recorded at values of 652 and 450. For β -carotene and lycopene content, the fresh samples and cloves were extracted with acetone-hexane (4:6) at once, then the optical density of the supernatant at 663 nm, 645 nm, 505 nm, and 453 nm was measured via a spectrophotometer at the same time. The concentrations of β -carotene (βc) and lycopene (Ly) in the garlic homogenate (in mg per 100 ml) were estimated spectrophotometrically using the following equations (Nagata and Yamashita, 1992):

$$\beta c = 0.216 \times A1 - 1.22 \times A2 - 0.304 \times A3 + 0.452 \times A4$$

$$\text{Where; } \beta c = \beta\text{-Carotene in 100 ml } A1 = A663; A2 = A645; A3 = A505; A4 = A453 \quad (1)$$

$$Ly = -0.0458 \times A1 + 0.204 \times A2 + 0.372 \times A3 - 0.0806 \times A4$$

$$\text{Where; } Ly = \text{Lycopene in 100 ml } A1 = A663; A2 = A645; A3 = A505; A4 = A453 \quad (2)$$

The Bates method (1973) was used to estimate the proline content of the leaves and cloves, and the Bradford method (1976) was used to measure the soluble protein content of leaves and cloves. The total free amino acid content of both garlic parts was measured following the method of Moore and Stein (1948). 500 mg sample was boiled in 10 ml of 80% ethanol. Homogenate was centrifuged at 3500 g for 15 min and the clear supernatant was taken. Then it was completed to 10 ml with ethanol. 1 ml of extract was put into 25 ml tube and 0.1 N NaOH with methyl red and 1 ml of ninhydrin reagent was added. Then, the mixture was incubated for 20 min. Afterwards, 5 ml of ninhydrin reagent was put again and it was cooled in an ice bath. After completing with distilled water to 25 ml, the absorbance was read at 570 nm. The standard was prepared by glycine and total free amino acid content was expressed as mg/g. The total phenolic amount was performed following the Folin-Ciocalteu method via spectrophotometric (Singleton *et al.*, 1999). Total flavonoid measurement was done spectrophotometrically (Kumaran and Karunakaran, 2006).

The level of lipid peroxidation of the leaf and cloves were determined and expressed as MDA (malondialdehyde) content following the method of Çakmak and Horst (1991). The H_2O_2 (hydrogen peroxide) concentration was determined according to the method of (Velikova *et al.*, 2000). The pyruvic acid content was determined via the colourimetric method following Schwimmer and Weston (1961). The total soluble carbohydrate was estimated by spectrophotometry at 620 nm following the Antron Method (McCready *et al.*, 1950). Glucose and sucrose contents of leaves and cloves were measured following the Anthron Method by spectrophotometry at 630 nm for glucose and 620 nm for sucrose (Handel, 1968). To determine the enzyme activities of cloves, 0.5 g of the fresh leaf was crushed in liquid nitrogen and then homogenized with 5 ml of 50 mM (pH = 7.6) KH_2PO_4 (pH=7) buffered (potassium phosphate) solution containing 0.1 mM Na-EDTA (Sodium-Ethylene Diamine Tetra Acetic acid). The mixtures were centrifuged for 10 minutes at 10.000 g and 4°C. Enzyme activities in this supernatant were estimated. APX (ascorbate peroxidase) was determined following the method of Nakano and Asada (1981) by measuring the oxidation rate of ascorbate at 290 nm ($E = 2.8 \text{ mM cm}^{-1}$) and SOD (superoxide dismutase) enzyme activity was measured following the method of Çakmak and Horst (1991). The data were analyzed through one-way analysis of variance (ANOVA) to POINT OUT the effect of different organic soil samples on Taşköprü garlic yield and chemical composition of them, using SPSS statistical software (SPSS for Windows, Release 16).

RESULTS AND DISCUSSION

The amount of photosynthetic pigments of leaves has been estimated as an index for evaluation of the source. Therefore, a reduction in this amount can be considered as nonstomatal impressions in drought stress conditions (Hussein *et al.*, 2018; Kibar, 2020). In this study, chlorophyll (Chl) and carotenoid content obtained from garlic seedling, which was cultivated in different organic manures mixtures, were given in Table 3. There was a significant difference between the garlic samples that were cultivated on different soil mixtures ($p < 0.05$). Chl a, Chl b, and total chlorophyll showed an increase in leaves under drought when compared to the control group. Chl a level in garlic leaves ranged from 0.091-0.160 mg, Chl b from 0.067-0.267 mg, and total chlorophyll from 0.158-0.415 mg.

Table 3. The amount of photosynthetic pigment, flavonoid and total phenolic in Taşköprü garlic leaves under 50% drought. Çizelge 3. %50 kuraklık altındaki Taşköprü sarımsağı yapraklarında fotosentetik pigmentler, toplam flavonoit ve toplam fenolik bileşim miktarları.

Groups	Chl a mg g ⁻¹	Chl b mg g ⁻¹	Total Chlorophyll mg g ⁻¹	Chl a: Chl b	Total Carotenoid mg g ⁻¹	Flavonoid µg g ⁻¹	Total phenolic mg g ⁻¹
Control	0.091±0.001a*	0.067±0.001a	0.158±0.00a1	1.36±0.003e	10.76±0.02a	116.33±0.06a	23.17±0.06c
FS	0.148±0.001b	0.267±0.001g	0.415±0.00h	0.55±0.001a	10.66a±0.01a	152.57±0.18b	10.77a±0.02a
FS-IPT	0.159±0.001d	0.174±0.001g	0.333±0.00g1	0.92±0.003b	15.74±0.02c	268.65±0.05f	25.32±0.02d
FS-NPT	0.157±0.001c	0.078±0.00b1	0.234±0.001b	2.03±0.005h	15.89±0.01c	202.99±0.11d	23.41±0.04c
FS-CATTLE	0.160±0.001d	0.091±0.001c	0.251±0.001c	1.76±0.004g	13.20±0.01b	272.55±0.13f	14.80±0.03b
FS-CATTLE-NPT	0.160±0.001d	0.105±0.001	0.264±0.001d	1.53±0.002f	12.42±0.02b	182.22±0.09c	27.58±0.03e
FS-GOAT-NPT	0.158±0.001c	0.123±0.001e	0.281±0.001e	1.29±0.003d	12.78±0.01b	238.94±0.34e	21.93±0.05c
FS-CHICKEN- GOAT	0.157±0.001c	0.142±0.001f	0.298±0.001f	1.10±0.001c	13.06±0.02b	243.38±0.05e	20.13±0.02c
FS-CHICKEN-IPT	0.160±0.001d	0.102±0.001d	0.262±0.00d	1.58±0.003f	13.19±0.01b	314.60±0.05g	26.21±0.02d
FS-CATTLE- GOAT	0.155±0.001c	0.145f±0.001	0.300±0.001f	1.07c±0.002	13.84±0.01b	208.97±0.04d	31.79±0.03f
F.	32654.20	44876.88	32703.80		2742.64	366502.12	168.84
Sig.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

*Means within a group that has a different small letter are significantly different from each other. P <0.01. Chl a:chlorophyll a; Chl b:chlorophyll b; Chl a:Chl b:ratio of Chla to Chl b.

When compared to the control samples (0.091 mg), the highest Chl a was estimated in FS-CATTLE and FS-CATTLE-NPT samples (0.160 mg), while the highest Chl b and total chlorophyll were estimated in samples of FS and FS-IPT (0.415-0.333 mg). Although the ratio of Chl a to Chl b reduced in FS and FS-IPT samples when compared to the control, the ratio was increased in the other samples. As observed in Table 3, drought induced carotenoid accumulation when compared to the control, except in FS samples. In general, the estimated values of pigments in this study agree with those cited in the literature, in which the concentration of chlorophyll and carotenoid increases in the tolerant species exposed to water deficiency (Hancı and Cebeci, 2014; Badran, 2015; Husseind and El-Faham, 2018). Similarly, Kiran (2019) found that chlorophyll and carotenoid level in lettuce leaves grown in vermiculite under drought stress were higher when compared to the control plants. Kibar (2018) found that chlorophyll content in lettuce was higher in vermicomposting applications than that of a control application, which was compatible with our findings. In this study, a high level of photosynthetic pigments in stressed garlic seedlings was associated with improvement of nitrogen, mineral, the water content of the soil, as well as organic manures (Wang *et al.*, 2017; Amiri *et al.*, 2017). Nitrogen is generally considered to be effective on chlorophyll synthesis in cultivated leafy species, especially in winter (Kopsell *et al.*, 2007; Rambo *et al.*, 2010).

In addition to the pigments, green leaves, non-enzymatic antioxidant (secondary metabolites) (Zoratti *et al.*, 2014; Türk and Şen, 2020), soluble nitrogenous compounds (proline and protein), and sugar (glucose and sucrose) (Gulen *et al.*, 2018) are molecules responsible for tolerance of plants to drought and other stresses in grown conditions (Garcia *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2017). As shown in Table 3, the amount of flavonoid in garlic seedlings was between 10.66 and 15.89 mg, whereas the total phenolic concentration was between 10.77 and 31.90 mg. The highest level of flavonoid (314.60 µg) and total phenolic (31.79 mg) was recorded with FS-CHICKEN-IPT and FS-CATTLE-GOAT samples. While the amount of flavonoid increased in all groups compared to control, the total phenolic molecules in FS and FS-CATTLE samples decreased to very low levels. Water shortage caused a decrease in the amount of proline, protein, glucose, and total soluble carbohydrate level of garlic seedling, which are the most important osmolytes that play a role in turgor and osmotic regulation in cells in response to drought (Garcia *et al.*, 2014; Hancı and Cebeci, 2015; Amiri *et al.*, 2017).

However, proline concentration was high with FS-GOAT-NPT, sucrose was high with FS-CATTLE and FS-CATTLE-GOAT samples, but MDA and H₂O₂ were elevated only in FS samples (Table 4). These findings support the previous results that the content of proline, protein, glucose, sucrose, and carbohydrate are lower under water restriction, but the amount of MDA and H₂O₂ is higher (Rahbarian *et al.*, 2011; Gulen *et al.*, 2017). The low osmolytes in garlic seedlings have been associated with the use of these compounds to prevent reactions that induce the accumulation of MDA and H₂O₂ molecules, which can be stimulated to accumulate in the cell by the combined effect of drought and nitrogen-rich soil mixtures (Table 4). As a matter of fact, the high amount of flavonoid and carotenoids in garlic samples strengthens this result (Riahi and Hdider, 2013; Edreva *et al.*, 2015).

Table 4. The amount of proline, protein, MDA, H₂O₂, glucose, sucrose and total carbohydrate concentrations in Taşköprü garlic leaves under drought.Çizelge 4. Kurak stresi altındaki Taşköprü sarımsağı örneklerinin yapraklarında prolin, protein, MDA, H₂O₂, glikoz, sukroz ve toplam karbohidat miktarları.

Groups	Proline µmol g ⁻¹	Protein mg g ⁻¹	MDA µmol g ⁻¹	H ₂ O ₂ µmol g ⁻¹	Glucose mg g ⁻¹	Sucrose mg g ⁻¹	Soluble carbohydrate %
Control	5.39±0.06d*	98.79±0.09d	192.49±0.25f	126.20±0.06g	131.65±0.01c	113.78±0.38c	65.82±0.05c
FS	4.05±0.04c	60.30±0.11a	199.26±0.07f	268.35±0.06h	79.96±0.02a	67.58±0.01b	39.98±0.08a
FS-IPT	2.36±0.20a	81.30±0.02c	42.43±0.08b	113.89±0.06f	79.33±0.01a	67.37±0.09b	39.66±0.04a
FS-NPT	2.46±0.14a	85.59±0.05d	52.88±0.05d	58.87±0.06a	82.68±0.06b	67.19±0.09b	41.34±0.29b
FS-CATTLE	2.85±0.21b	89.74±0.04	28.69±0.09a	65.38±0.08b	80.56±0.01a	132.73±0.03d	40.28±0.04a
FS-CATTLE-NPT	2.19±0.27a	87.26±0.40c	45.26±0.05c	110.47±0.03f	79.78±0.01a	67.69±0.04b	39.89±0.04a
FS-GOAT-NPT	5.42±0.26d	79.15±0.03c	40.65±0.18b	78.95±0.02c	79.47±0.05a	67.05±0.16b	39.73±0.23a
FS-CHICKEN-GOAT	3.32±0.15b	90.06±0.02d	114.65±0.10e	125.48±0.03g	81.42±0.01a	111.42±0.06c	40.71±0.04a
FS-CHICKEN-IPT	4.34±0.06c	90.76±0.02d	35.30±0.06b	98.40±0.06e	79.80±0.10a	63.67±0.01a	39.90±0.49a
FS-CATTLE-GOAT	4.76±0.04c	71.80±0.08b	30.79±0.05a	84.65±0.03d	81.58±0.01a	146.27±0.02e	40.79±0.04a
F	5242.28	10699.86	401372.42	115757.47	14629.69	4895.96	31648.20
Sig.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

*Means within a group that has a different small letter are significantly different from each other. P <0.01.

Bulbs Yield, Cloves and Chemicals

As shown in Table 5, bulb yield parameters, such as number, average bulb weight, individual bulb weight, diameter, length and width of the bulb, and clove number were influenced with the soil mixtures under drought condition. The maximum bulb number of 34, 28, 27, and 26 were recorded with FS-NPT-FS-CATTLE, FS-CHICKEN-GOAT, and FS-IPT, but the poorest value of it was noticed with FS-CATTLE-NPT and FS-CHICKEN-IPT as 17 and 19, respectively (Table 5).

Also, individual bulb weight was found to be higher than control, while length and diameter of bulbs were recorded as low in the first three samples coded as FS, FS-IPT, and FS-NPT (Table 5). The maximum number of cloves were noted in FS-CHICKEN-IPT and FS-CATTLE-GOAT samples (9.27, 9.12), whereas the lowest number was recorded in FS-NPT, FS-IPT, and FS samples as 3.77, 3.84, and 3.86, respectively (Table 5).

Table 5. The effects of 50% drought on bulb yield of Taşköprü garlic grown different soil mixture.

Çizelge 5. Farklı toprak karışımlarında yetişen Taşköprü sarımsağında %50 kuraklık uygulamasının baş verimine etkisi.

Groups	Number	Fresh weight (g)	Bulb			Clove Number
			Length (cm)	Width (cm)		
Control	20±0.30b*	10.71±0.29b	1.89±0.13ab	2.38±0.15b	4.44±0.70b	
FS	27±0.26e	9.34±0.78b	1.72±0.08a	1.68±0.99a	3.86±0.99a	
FS-IPT	26±0.27e	9.87±0.31b	1.72±0.10a	1.84±0.13a	3.84±0.63a	
FS-NPT	34±0.45e	10.38±0.16b	1.79±0.09a	2.14±0.15b	3.77±0.64a	
FS-CATTLE	28±0.27d	10.55±0.29b	1.93±0.12ab	1.84±0.10a	5.35±0.82bc	
FS-CATTLE-NPT	17±0.22a	14.23±1.49b	2.15±0.07b	2.57±0.07c	7.13±0.88c	
FS-GOAT-NPT	23±0.25c	15.15±0.85c	2.13±0.07b	2.61±0.09c	7.21±0.88c	
FS-CHICKEN-GOAT	28±0.27d	16.32±0.43c	2.16±0.13b	2.85±0.13d	8.65±1.08d	
FS-CHICKEN-IPT	19±0.22b	21.88±0.96e	2.14±0.04a	2.92±0.16d	9.27±1.06e	
FS-CATTLE-GOAT	20±0.22b	19.25±1.22d	2.82±0.16c	2.56±0.11c	9.15±0.63e	
F	28.88	28.86	8.715	11.272	83.823	
Sig.	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	

*Means within a group that has a different small letter are significantly different from each other. P <0.01.

Based on the yield data, the drought resistance of FS-CATTLE-GOAT, FS-CHICKEN-GOAT, FS-CATTLE, and FS-GOAT-NPT samples were found to be higher than control, but FS, FS-IPT, and FS-NPT samples were observed to be susceptible (Alphonse *et al.*, 2015; Badran, 2015). The presence of goat and chicken manures in the groups with the highest measured values in garlic bulbs indicated that these soil mixtures make a significant contribution

toward overcoming drought stress (Daba *et al.*, 2018; Doğan *et al.*, 2020). Results of this study have confirmed the results of Adewale *et al.* (2011) and Acharya and Kumar (2018) who revealed that organic fertilizers, such as poultry manure, sheep/goat manure, and cattle manures significantly enhanced the yield of garlic in terms of bulb weight, diameter, and clove number. Similarly, Kibar (2018) found that vermicompost applications have positive effects on plant growth parameters such as plant height, plant wet weight, plant dry weight and number of marketable leaves in lettuce. Other studies have revealed that organic manure can provide good soil fertility, such as rich nutrient, water-holding capacity, and aerobic conditions for plant growth and productivity, depends on manure types and doses, as well as season and genotype (Clautildea *et al.*, 2017; Abou-El magd *et al.*, 2012; Can *et al.*, 2019).

Photosynthesis products accumulate in the subsoil parts of garlic and participate in the substances by respiration and synthesis reactions, which will play crucial roles during the storage time and germination stages. All of them are essential for plant and human life, since they are involved in many functions, such as eliminating or alleviating biotic and abiotic stresses injuries (Jaleel *et al.*, 2008; Alphonse *et al.*, 2015).

In this study, the amount of β -carotene, lycopene, flavonoid, and total phenolic content of garlic bulbs were significantly ($p \leq 0.05$) affected by the soil mixtures and drought (Table 6). The drought reduced the amount of β -carotene in the garlic cloves in all groups when compared to the control, but lycopene level increased in FS-CATTLE-NPT, FS-GOAT-NPT, FS-CHICKEN-GOAT, and FS-CHICKEN-IPT samples and the flavonoid level in FS-CHICKEN-GOAT, FS-CHICKEN-IPT, and FS-CATTLE-GOAT (Table 6). The highest lycopene was detected in FS-CATTLE-IPT and FS-CHICKEN-GOAT samples (2.085-1.969 μg) and maximum flavonoid was observed in FS-CATTLE-GOAT and FS-CHICKEN-IPT samples (46.37-46.22 mg). Total phenolic content of samples varied between 33.82-56.62 mg and decreased in FS, FS-GOAT-NPT, and FS-CATTLE-NPT samples (33.2, 37.60, and 41.64 mg) when compared to control (42.56 mg) (Table 6). As seen in Table 6, the highest level of lycopene was produced by FS-CHICKEN-IPT and FS-CHICKEN-GOAT; the highest flavonoid was produced by FS-CATTLE-GOAT and FS-CHICKEN-IPT, while total phenolic was produced by FS-IPT and FS-CATTLE-GOAT compared to the control. These results are in agreement with the results of other studies, which expressed enhanced non-enzymatic compounds with the application of organic manure types under drought. Zhang *et al.* (2016) showed that the application of mixed organic manure with N increased the level of total phenolic and flavonoid in tomato.

Table 6. The effects of %50 droughts on β -carotene, lycopene, total flavonoid, total phenolic, proline, protein and free amino acid concentrations in the cloves of Taşköprü garlic grown different soil mixture.

Çizelge 6. %50 kuraklık uygulamasının farklı toprak karışımlarında yetişen Taşköprü sarımsak dişlerinde β -karoten, likopen, toplam flavonoid, toplam fenolik bileşik, prolin, protein ve serbest amino asit konsantrasyonları üzerine etkileri.

Groups	β -carotene $\mu\text{g g}^{-1}$	Lycopene $\mu\text{g g}^{-1}$	Flavonoid mg g^{-1}	Total phenolic mg g^{-1}	Proline $\mu\text{mol g}^{-1}$	Protein mg g^{-1}	Free amino acid $\mu\text{mol g}^{-1}$
Control	0.81±0.004h*	1.644±0.003g	40.36c±0.06c	42.56±0.14c	9.38±0.02e	83.61c±0.03c	13.12a±0.04
FS	0.73±0.002f	1.184±0.001d	31.80b±0.06b	33.82±0.09a	9.64±0.03e	96.72d±0.16d	14.22b±0.18
FS-IPT	0.06a±0.003a	0.905±0.001a	23.22a±0.14a	62.47±0.12f	2.38±0.03a	102.24e±0.23e	16.44c±0.24
FS-NPT	0.06±0.001a	1.052±0.002c	21.66a±0.07a	45.14±0.06d	5.91±0.02c	85.16c±0.10c	12.32a±0.13
FS-CATTLE	0.53±0.001c	0.981±0.001b	31.08b±0.05b	48.82±0.21	5.97±0.03c	75.61b±0.25b	14.46b±0.22
FS-CATTLE-NPT	0.33±0.001b	1.708±0.001h	23.93a±0.07a	41.64±0.17b	4.32±0.06b	80.13c±0.17c	14.28b±0.18
FS-GOAT-NPT	0.57±0.002d	1.552±0.002f	27.78b±0.11b	37.60±0.16b	7.22±0.02d	61.46a±0.16a	18.44c± 0.18
FS-CHICKEN-GOAT	0.65±0.010e	1.969±0.001i	44.33d±0.10d	43.69±0.14c	8.34±0.02e	92.37d±0.22d	20.28d±0.21
FS-CHICKEN-IPT	0.68±0.00e1	2.085±0.001i	46.22e±0.22e	47.77±0.17d	8.20±0.01e	64.24a±0.17	20.24d±0.18
FS-CATTLE-GOAT	0.80±0.002g	1.350±0.002d	46.37e±0.15e	56.62±0.26e	6.68±0.01d	92.65d±0.28	22.56e±0.24
F	12443.32	75967.51	7154.82	11982.53	10513.68	837.14	4466.45
Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

*Means within a group that has a different small letter are significantly different from each other. $P < 0.01$.

Alphonse *et al.* (2015) tested the effect of organic manures as vegetable waste, cattle dung, and inorganic fertilizer (NPK) in *Solanum nigrum* and they found that higher level of vitamin c, flavonoids, total phenolics, tannins, and saponins were produced by organic manure compared to NPK fertilizer.

Garlic bulbs contain a different compatible compounds, such as nitrogen-containing compounds, including proline, free amino acid, soluble proteins, reduced soluble sugars, organic acid (pyruvate), and antioxidant enzymes, which are important for growth and development as building substances, energy sources, osmotic regulation, and even protection against the negative effects of drought stress (Jaleel *et al.*, 2008; Salehi *et al.*, 2016). It has been shown that these compounds are also very effective in preventing water loss, oxidation of bioactive chemicals, and tissue decay under the storage time of garlic (Azzini *et al.*, 2014; Can *et al.*, 2019).

In this study, the amount of proline decreased overall with drought, but showed a partial increase in FS samples and amino acid increased in all samples compared to control, except for the FS-NPT sample (Table 6). The highest amino acid was recorded in FS-CATTLE-GOAT, FS-CHICKEN-GOAT, and FS-CHICKEN-IPT samples as 22.56, 20.28, and 20.24 mg, respectively. Total soluble protein amount was lowest in FS-GOA-NPT and FS-CHICKEN-IPT (61.46-64.24 mg) samples when compared to the control (83.61 mg), whereas it reached the highest value in FS-IPT and FS samples (102.24-96.72 mg) (Table 6).

The fact that water stress caused a decrease in the proline content while increasing the free amino acid level was associated with the use of proline to prevent water loss in garlic cloves (Mafakheri *et al.*, 2010; Vidya vani *et al.*, 2019). As a matter of fact, the general low MDA and pyruvate content of garlic cloves compared to the control confirms this idea (Table 7). Pyruvate, a key molecule of the Krebs cycle in respiratory reactions, is an important indicator of respiratory rate, which occurs easily under drought conditions (Gupta and Igamberdiev, 2016). MDA accumulates in cells as a result of enzymatic and non-enzymatic destruction of cellular membrane lipids-induced drought and H₂O₂ as a result of oxidative stress and may cause irreversible damage to the structures of organic molecules indispensable for cell viability (Smith and Dukes, 2013; Gulen *et al.*, 2018).

Table 7. The effects of %50 drought on pyruvic acid, MDA, H₂O₂, sucrose and soluble carbohydrate concentrations, and APX and SOD activities in the cloves of Taşköprü garlic.

Çizelge 7. %50 kurak uygulamasının Taşköprü sarımsağı dişlerinde pürivik asit, MDA, H₂O₂, sukroz ve toplam karbohidrat konsantrasyonları ve APX ve SOD aktiviteleri üzerine etkileri.

Groups	Pyruvic Acid μmol g ⁻¹	MDA μmol g ⁻¹	H ₂ O ₂ μmol g ⁻¹	APX EU mg Protein ⁻¹	SOD EU mg Protein ⁻¹	Glucose mg g ⁻¹	Sucrose mg g ⁻¹	Total Soluble Carbohydrate %
Control	16.64±0.6c*	8.35d±0.01 d	21.46±0.22 b	2.33±0.002 a	58.65±0.23c	190.33±0.26 c	178.85c±0.07 c	91.88±0.01d
FS	16.88±0.14d	6.91c±0.01c	40.21±0.12 e	2.64±0.006 b	49.56±0.22b	157.66±0.17 b	173.65±0.14a	87.78±0.01c
FS-IPT	15.22±0.22c	3.35b±0.01 b	12.46±0.19 a	2.35±0.020 a	49.64±0.39b	158.52±0.20 b	175.81±0.12b	83.58±0.02b
FS-NPT	15.68±0.14c	2.42a±0.01 a	11.43±0.07 a	2.95±0.010 d	47.85±0.11a	161.89±0.28 b	169.32±0.14a	78.17±0.01a
FS-CATTLE	18.26±0.18d	4.22b±0.01 b	25.00±0.04 b	2.24±0.002 a	49.78±0.06b	155.80±0.28 b	169.77±0.08a	84.48±0.02b
FS-CATTLE-NPT	18.34±0.17d	5.42b±0.01 b	26.62±0.15 c	2.88±0.002 c	59.84±0.08c	184.82±0.08 c	172.29±0.08a	84.90±0.02b
FS-GOAT-NPT	12.46±0.18a	4.47b±0.01 b	31.76±0.06 d	2.75±0.005 b	45.36±0.03b	147.58±0.16 a	178.52±0.14b	87.29±0.01c
FS-CHICKEN-GOAT	12.64±0.22a b	4.43b±0.01 b	39.52±0.12 e	2.86±0.006 c	66.78±0.06d	159.83±0.11 b	176.55±0.22b	86.40±0.02b
FS-CHICKEN-IPT	12.42±0.16a	5.34b±0.01	23.93±0.04 b	3.62±0.006 e	72.26±0.05e	158.90±0.14 b	175.32±0.13a	86.88±0.02b
FS-CATTLE-GOAT	16.22±0.22d	5.11b±0.01	46.59±0.32f	2.74±0.011 b	68.348±0.14 e	187.26±0.24 c	174.11±0.01a	88.00±0.20c
F	11213.68	4012888.34	116646.47	6314.24	6374.56	418.81	289.91	418.81
Sig.	<0.001	<0.001	<0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

*Means within a group that has a different small letter are significantly different from each other. P <0.01.

The generally low MDA content in garlic samples may be related to the soil samples used, as well as the drought resistance. In previous studies, it has been shown in detail that organic manure mixed into the soil

increases yield and quality in plant production by enriching the soil's organic matter composition, water-holding capacity, and mineral status (Adewale *et al.*, 2011; Garcia *et al.*, 2014; Can *et al.*, 2019). Salehi *et al.* (2016) and Baddour *et al.* (2017) stated that proline, amino acid, and soluble protein increased with the application of organic manure types. According to variation of antioxidant enzymes, such as ascorbate peroxidase (APX) and superoxide dismutase (SOD) in this present investigation, APX activity reduced only in FS-CATTLE samples with respect to control, while SOD activity was found to be significantly higher in FS-CHICKEN-IPT, FS-CATTLE-GOAT, and FS-CHICKEN-GOAT (Table 7). Considering the enzyme values, animal fertilizers increased the enzyme activities in garlic samples under drought by improving the nitrogen, mineral content, and water status of the soil. These values were similar to the results from Ahmed *et al.* (2010) and Abd El-Ghany (2007) who noted a significant increase in activities of enzymes, such as CAT, POD, and SOD in response to organic crop management in sorghum and wheat genotypes. Also, Siavoshi and Laware (2013) studied the role of soil mixtures with cow manure, poultry manure, rice straw, and husk on antioxidant enzymes activities of rice grain. Soluble carbohydrates, such as glucose, sucrose, fructose, and fructans, are the main reserved substances of garlic and onion bulbs (Bizuayehu *et al.*, 2018; Burritt, 2019). Sugar profiles of the garlic samples are shown in Table 6. The results showed that the amount of glucose, sucrose, and total soluble sugars were significantly lower in all groups with respect to the control cloves (Table 6). In our opinion, the low sugar content in the garlic samples compared to the control is a strategy for the regulation of turgor and osmosis in garlic cloves, with the combined effect of soil mixtures and drought (Amiri *et al.*, 2017). A certain amount of water loss observed in the garlic tissues after harvest prevents decay, loss of colour and weight and early sprouting during storage of the cloves (Rohkin Shalom *et al.*, 2015; Lisciani *et al.*, 2017).

CONCLUSION

This present study has demonstrated that the mixture of different organic manures, peat, and soil significantly increased the amount of photosynthetic pigment, carotenoid, and flavonoid in the garlic leaf samples under greenhouse conditions exposed to drought treatments seedling. Also, according to the results, the measurement of bulb weight, length, and diameter and also the amount of lycopene, flavonoid, total phenolic, the free amino acid of garlic cloves obtained from FS-CHICKEN-IPT, FS-CATTLE-GOAT, FS-CHICKEN-GOAT, and FS-GOAT-NPT was found to be higher compared to non-stressed samples. Moreover, the activities of APX (ascorbate peroxidase) and SOD (superoxide dismutase) were high, but MDA and pyruvate concentrations were low in these samples. These soil mixtures increased the resistance of Taşköprü garlic against drought application by 50%, thus resulting in an increase in the head yield and the amount of bioactive components in the garlic. In contrast, soil mixtures of FS, FS-IPT, FS-NPT, and FS-CATTLE caused water to flow through the mixture, thus reducing drought stress tolerance. According to the results, it can be concluded that the mixture of the field soil with the chicken, goat, and cattle manures can be used to obtain higher yield and better chemical compound in the garlic production, which is underwater limitation areas and nutrient-deficient.

CONFLICT OF INTEREST

As an author, I declare that there is no conflict of interest in the planning, execution and writing of the article.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

As the author, the planning, execution and writing of the articles was carried out by me.

ACKNOWLEDGMENT

This study has been conducted by virtue of the assistance provided through the KUBAP-01/2014-21 project.

REFERENCES

- Abd El-Gha, H. M. (2007). Wheat production under water-limited sandy soil conditions using bio-organic fertilizer systems. *Egyptian Journal of Agronomy*, 29(1),17-27.

- Abou El-Magd, M. M., El-Shourbagy, T., & Shehata, S. M. (2012). A comparative study on the productivity of four Egyptian garlic cultivars grown under various organic materials in comparison to conventional chemical fertilizer. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(3), 415-421.
- Acharya, S., & Kumar, H. (2018). Effect of some organic manure on growth and yield of garlic in greenhouse condition at cold desert high altitude Ladakh Region. *Defence Life Science Journal*, 3(2), 100-104.
- Adewale, O. M., Adebayo, O. S., & Fariyike, T. A. (2011). Effect of poultry manure on garlic (*Allium Sativum* L) production in Ibadan, South Western Nigeria Continental. *Journal of Agricultural Science*, 5(2), 7- 11.
- Ahmed, O. H., Sumalatha G., & Nik Muhamad, A. M. (2010). Use of zeolite in maize (*Zea mays*) cultivation on nitrogen, potassium and phosphorus uptake and use efficiency. *International Journal of Physical Sciences*, 5(15), 2393-2401.
- Akça, H., Taban, N., Turan, M. A., Taban, S., Oudraogo, A. R., & Türkmen, N. (2017). Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5(2), 93-100.
- Alphonse, J., Mary, L., & Nithiya, T. (2015). Effect of organic and inorganic fertilizer on growth, phenolic compounds and antioxidant activity of *Solanum nigrum* L. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(5), 808-882.
- Amiri, H., Ismaili, A., & Hosseinzadeh, S. R. (2017). Influence of vermicompost fertilizer and water deficit stress on morpho-physiological features of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Karaj). *Compost Science & Utilization*, 25, 152-165.
- Azzini, E., Durazzo, A., Foddai, M. S., Temperini, O., Venneria, E., Valentini, S., & Maiani, G. (2014). phytochemicals content in Italian garlic bulb (*Allium sativum* L.) varieties. *Journal of Food Research*, 3(4), 26-32.
- Baddour, A. G., Rashwan, E. M., & El-Sharkawy, T. A. (2017). Effect of organic manure, antioxidant and proline on corn (*Zea mays* L.) grown under saline conditions. *Environment Biodiversity and Soil Security*, 1, 200-201.
- Badran, A. E. (2015). Comparative analysis of some garlic varieties under drought stress conditions. *Journal of Agricultural Science*, 7(10), 271-280.
- Bates, L. S., Waldern, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
- Bergmeyer, J., & Grabl, M. (1983). Methoden der enzymatischen analyse [Methods of enzymatic analysis]. *Akademie Verlag*, 1, 190-302.
- Bizuayehu, D., Kebede, W., Wassu, M., Bekele, A., & Getachew, T. (2018). Duration of low temperature storage, clove topping and gibberellic acid on garlic sprouting and seedling vigor. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 18(2), 13420-13437.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid sensitive method for the quantitation of microprogram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding'. *Analytical Biochemistry* 72, 248-254.
- Burritt, D. J. (2019). *Crop Plant Adaption to Climate Change and Extreme Environments*. Encyclopedia of Food Chemistry. Academic Press, Oxford.
- Cakmak, I. (1994). The activity of ascorbate-dependent H₂O₂-scavenging enzymes and leaf chlorosis are enhanced in magnesium and potassium deficient leaves. *Journal Experimental Botany*, 45, 1259-1266.
- Can, B. A., Ünal, M., & Can, O. N. (2019). The effects of different bat guano treatments on yield and quality in lettuce growing. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 5(1), 18-24.
- Çakmak, I., & Horst, W. J. (1991). Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*). *Physiologia Plantarum*, 83, 463-468.
- Clautildea, M., Luciena, T. T., Eric, N., Abba, M., & Hamadou, B. (2017). Field productivity of carrot (*Daucus carota* L.) in Adamawa Cameroon and chemical properties of roots according to chicken manure pretreatments and vivianite powder. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 10(5), 16-23.
- Daba, G., Mulgeta, M., & Ayaa, T. (2018). Effect of cattle manure on growth and yield of carrot (*Daucus carota* L.) under Jimma condition. *Indian Journal of Agricultural Research*, 52 (2), 195-198.
- Dikinya, O., & Mufwanzala, N. (2010). Chicken manure-enhanced soil fertility and productivity: Effects of application rates. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 1(3), 46-54.
- Doğan, S., Acıbuca, V., & Doğan, Y. (2020). the effect and economic analysis of organic and inorganic fertiliser applications on yield and quality of the 2nd product corn varieties. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 6(39), 592-604.
- Duyar, H. (2014). Effect of green manure and poultry manure on yield and fruit quality in organic greenhouse tomato production. *Journal of Agronomy*, 20(1), 10-18.

- Edreva, A., Velikova V., Tsonev T., Dagnon S., Gürel A. L. & Aktas L. (2015). Stressprotective role of secondary metabolites: Diversity of functions and mechanisms. *General Applied of Plant Physiology*, 34, 67-78.
- Farouk, S. (2015). Improving growth and productivity of potato (*Solanum tuberosum* L.) by some biostimulants and lithovit with /or without boron. *Journal of Agricultural Research*, 45(6), 1871-1884.
- Francois, L. E. (1994). Yield and quality response of salt-stressed Garlic. *Hortscience*, 29(11), 1314-1317.
- Garcia, A. C., Santos, L. A., Izquierdo, F. G., Rumjanek, V. M., Castro, R. N., dos Santos, F. S., & de Souza, L. G. A. (2014) . Potentialities of vermicompost humic acids to alleviate water stress in rice plants (*Oryza sativa* L.). *Journal of Geochemical Exploration*, 136, 48-54.
- Gulen, H., Kesici, M., Cetinkaya, C., & Ergin, S. (2018). Proline and antioxidant enzyme activities in some strawberry cultivars under drought and recovery. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 570-578.
- Gupta, K. J., & Igamberdiev, A. U. (2016). Reactive nitrogen species in mitochondria and their implications in plant energy status and hypoxic stress tolerance. *Frontier in Plant Sciences*, 24(7), 369.
- Hanci, F., & Cebeci, E. (2014). Investigation of proline, chlorophyll and carotenoids changes under drought stress in some onion (*Allium Cepa* L.) Cultivars. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2 (S),1449-1504.
- Hanci, F., Cebeci, E. (2015). Comparison of salinity and drought stress effects on some morphological and physiological parameters in onion (*Allium Cepa* L.) during early growth phase. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21 (6),1204-1210.
- Handel, E. V. (1968). Direct micro determination of sucrose. *Analytical Biochemistry*, 22(2),280-283.
- Hussein, M. M., & El-Faham, S. Y. (2018). Chlorophyll, carotenoids pigments and growth of three onion cultivars as affected by saline water irrigation. *Egyptian Journal of Agronomy*, 40(3), 285-296.
- Jaleel, C. A., Jayakumar, K., Chang-Xing, Z., & Azooz, M. M. (2008). Effect of soil applied cobalt on activities of antioxidant enzymes in *Arachis hypogaea*. *Global Journal of Molecular Sciences*, 3(2), 42-45.
- Kacar, B., Taban, S., Alpaslan, A., & Fuleky, G. (1998). *Zinc-Phosphorus Relationship in the Dry Matter Yield and the Uptake of Zn, P, Fe and Mn of Rice Plants (Oryza sativa L.) as Affected by the Total Carbonate Content of the Soil*. Second International Zinc Symposium. Abstracts, pp, 20. October 2-3, Ankara-Turkey.
- Kiran, S. (2019). Effects of vermicompost on some morphological, physiological and biochemical parameters of lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) under drought stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(2), 352-358.
- Kibar, B. (2018). Determination of the interrelationships among plant properties, some quality properties and elements in lettuce. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 4(2), 149-160.
- Kibar, B. (2020). Effects of microbial fertilizer application on germination and seedling growth in lettuce and white head cabbage. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 6(3), 389-398.
- Kopsell, D. A., Kopsell, D. E., & Curran-Celentano, J. (2007). Carotenoid pigments in kale are influenced by nitrogen concentration and form. *Journal of the Science and Agriculture*, 87, 900-907.
- Kumaran, A., & Karunakaran, R. J. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry*, 97, 109-114.
- Kurt, D., Yilmaz, A., & Kinay, A. (2020). Effects of environmental variations on yield of oriental tobaccos. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 6(2), 310-324.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
- Lisciani, S., Gambelli, L., Durazzo, A., Marconi, S., Camilli, E., Rossetti, C., Gabrielli, P., Aguzzi, A., Temperini, O., & Marletta, L. (2017). Carbohydrates components of some Italian local landraces: Garlic (*Allium sativum* L.). *Sustainability*, 9(11), 1922-1927.
- Mafakheri, A., Siosemardeh, A., Bahramnejad, B., Struik P. C., & Sohrabi, Y. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science*, 4(8), 50-585.
- Mahmoody, M., Fahramand, M., Keykha, A., Noori, M., & Rigi, K. (2014). Influence of green manure on increase cropping system sustainability. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 8(2), 253-256.
- McCready, R., Guggolz, M. J., Silviera, V., & Owens, H. S. (1950). Determination of starch and amylase in vegetables. *Analytic Chemistry*, 22, 1156-1158.
- Mengesha, W., & Tesfaye, A. (2015).Effect of spacing in incidence and severity of garlic rust (*Puccinia allii*) and bulb yield and related traits of garlic at eastern Ethiopia. *Plant Pathology and Microbiology*, 6(10), 314-317.

- Moore, S., & Stein, W. H. (1948). Photometric method for use in the chromatography of amino acids. *Journal of Biological Chemistry*, 176(1), 367-388.
- Nagata, M., & Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish*, 39(10), 925-928.
- Nakanao, Y., & Asada K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell Physiology*, 22(5), 867-880.
- Rahbarian, R., Khavari-Nejad, R., Ganjeali, A., Bagheri, A., & Najafi, F. (2011). Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Acta Biologica Cracoviensia Botanica*, 53(1).
- Rambo, L., Ma, B. L., Xiong, Y., & da Silvia P. 2010. Leaf and canopy optical characteristics as Crop-N-status indicators for field nitrogen management in corn. *Journal of Plant Nutrition Soil Science*, 173, 434-443.
- Rekowska, E., & Skupień, K. (2008). estimation of yield and chemical composition of winter garlic grown for bunch-harvest. *Journal of Central European Agriculture*, 9(4),711-714.
- Riahi, A., & Hdider, C. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of organically grown tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars as affected by fertilization. *Scientia Horticulturae*, 151, 90-96.
- Rohkin Shalom, S., Gillett, D., Zemach, H., Kimhi, S., Forer, I., Zutahy, Y., Tam, Y., Teper-Bamnlker, P., Kamenetsky, R., & Eshel, D. (2015). Storage temperature controls the timing of garlic bulb formation via shoot apical meristem termination. *Planta*, 242, 951-962.
- Salehi, A., Tasdighi, H., & Gholamhoseini, M. (2016). Evaluation of proline, chlorophyll, soluble sugar content and uptake of nutrients in the German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic fertilizer treatments. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(10),886-891.
- Schwimmer, S., & Weston, W. J. (1961). Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 9(4),301-304.
- Shafeek, M. R., Helmy, Y. I., Nadia, M., Rizk, Ö., & Rizk F. A. (2013). Effect of foliar fertilizer with nutritional compound and humic acid on growth and yield, of broad bean plants under sandy soil conditions. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(6), 3674-3680.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299,152-178.
- Smith, N. G., & Dukes, J. S. (2013). Plant respiration and photosynthesis in global-scale models: incorporating acclimation to temperature and CO₂. *Global Change Biology*, 19(1), 45-63.
- Taban, S., Çıkkılı, Y., Kebeci, F., Taban, N., & Sezer, S.M. (2004). Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(3), 297-304.
- Temesgen, T., Ayana, M., & Bedadi, B. (2018). Evaluating the effects of deficit irrigation on yield and water productivity of furrow irrigated Onion (*Allium cepa* L.) in Ambo, Western Ethiopia. *Irrigation & Drainage Systems Engineering*, 7, 1-6.
- Türk, B., & Şen, F. (2020). Determination of physicochemical characteristic of strawberry cultivars that grown in Manisa-Köprübaşı. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 6(3),407-415.
- Velikova, V., Yordanov, I., & Edreva, A. (2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. *Plant Science*, 151(1),59-66.
- Vidya vani, M., Osman basha, P., & Riazunnisa, K. (2019). Evaluation of biochemical responses of onion (*Allium cepa* L.) seedlings under drought stress. *International Journal of Recent Scientific Research Research*, 10(04), 31924-31927.
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Wang, L., Wang, S., Chen, W., Li, H., & Deng, X. (2017). Physiological mechanisms contributing to increased water-use efficiency in winter wheat under organic fertilization. *PLoS One*, 12(6),1-21.
- Yazgan, S., Ayas, S., Demirtas, C., Büyükcangaz, H., & Candogan, B. N. (2008) Deficit irrigation effects on lettuce (*Lactuca sativa* var. Olenka) yield in unheated greenhouse condition. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6, 357-361.
- Zhang, E., Duan, Y., Tan, F., & Zhang, S. (2016). Effects of long-term nitrogen and organic fertilization on antioxidants content of tomato fruits. *Journal of Horticulture*, 3(1), 172.
- Zoratti, L., Karppinen, K., Escobar, A. L., Häggman, H., & Jaakola, L. (2014). Light-controlled flavonoid biosynthesis in fruits. *Frontiers in Plant Science*, 5(534), 534.



Araştırma Makalesi

Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Kişniş (*Coriandrum sativum* var. *microcarpum* DC.) için Uygun Ekim Zamanı ve Ekim Normunun Belirlenmesi

Fethullah Tekin¹ , Tamer Eryiğit^{2*} , Murat Tunçtürk³ 

¹GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Van

³Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van

Geliş tarihi (Received): 23.23.2021

Kabul tarihi (Accepted): 09.06.2021

Anahtar kelimeler:
Kişniş (*Coriandrum sativum* L.), ekim zamanı, ekim normu

Özet. Bu çalışmada, Diyarbakır ekolojik koşullarında kişniş için uygun ekim zamanı ve ekim normunun belirlenmesi amaçlanmıştır. *Coriandrum sativum microcarpum* eko tipinden olan Denizli ekotipi materyal olarak kullanıldığı çalışma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede 4 ekim zamanı ve 4 ekim normu (1, 2, 3 ve 4 kg da⁻¹) denenmiştir. Gözlem olarak tohum verimi, bitki boyu, toplam dal sayısı, biyolojik verim, bin dane ağırlığı ve hasat indeksi gözlemleri alınmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre farklı ekim zamanı uygulamaları sonucu oluşan tohum verimi 140.66 - 171.47 kg da⁻¹, bitki boyu 66.37 - 70.60 cm, bitkideki toplam dal sayısı 44.38 - 62.76 adet bitki⁻¹, biyolojik verim 380.65 - 463.93 kg da⁻¹, 1000 dane ağırlığı 5.66 - 6.01 g ve hasat indeksi ise %37.28 - 38.56 arasında değişmiştir. Farklı ekim normu uygulamaları ile oluşan tohum verimi 149.01 - 156.67 kg da⁻¹, bitki boyu 67.47 - 69.45 cm, bitkideki toplam dal sayısı 49.68 - 56.33 adet, biyolojik verim 413.90 - 434.18 kg da⁻¹, 1000 dane ağırlığı 5.76 - 5.95 g ve hasat indeksi %36.96 - 38.92 arasında değişmiştir. Sonuç olarak Diyarbakır ekolojik koşullarında kişniş için en uygun ekim zamanı sonbahar veya kışlık ekim (18 Ekim - 24 Aralık) ve en uygun ekim normunun ise 3 kg da⁻¹ olduğu tespit edilmiştir.

***Sorumlu yazar**
tamyigit@hotmail.com

Determination of Sowing Date and Norm for Coriander (*Coriandrum sativum* var. *microcarpum* DC.) in Diyarbakır Ecological Conditions

Keywords:
Coriander (*Coriandrum sativum* L.), sowing time, sowing norm

Abstract. In this study, it was aimed to determine the suitable sowing time and sowing norm for coriander in Diyarbakır ecological conditions. The study, in which Denizli ecotype, which is from *Coriandrum sativum* var. *microcarpum* ecotype, was used as a material, was carried out with four replications in split plots trial design in random blocks. In the Trial, 4 sowing time and 4 sowing norms (1, 2, 3 and 4 kg da⁻¹) were tried. Seed yield, plant height, the total number of branches, biological yield, thousand-grain weight and harvest index were taken as observations. According to the findings obtained as a result of the study; as a result of different sowing time applications, it was observed that the plant height was 66.4 - 70.6 cm, the total number of branches was 44.4 - 62.8 pieces plant⁻¹, the weight of 1000 grains was 5.8 - 6.0 g, the seed yield was 142.4 - 171.5 kg da⁻¹, the biological yield was 380.6 - 463.9 kg da⁻¹, and the harvest index was ranged from 37.3 to 39.3 %. As a result of different sowing norm applications, it was determined that the plant height was 67.5 - 69.4 cm, the total number of branches was 49.7 - 56.3, the weight of 1000 grain was 5.8 - 6.0 g, the seed yield was 149.0 - 157.6 kg da⁻¹, the biological yield was 413.9 - 432.8 kg da⁻¹ and the harvest index was varied between 37.7 - 38.9 %. As a result, the most suitable sowing time for coriander in the ecological conditions of Diyarbakır is autumn or winter sowing (18 October - 24 December) and the most suitable sowing norm is 3 kg da⁻¹.

GİRİŞ

Coriandrum sativum var. *microcarpum* alt türü Apiaceae familyasına mensup *Coriandrum* cinsinden *Coriandrum sativum* türüne ait tek yıllık ve otsu yapıdaki en önemli sebze, ilaç ve baharat bitkilerinden biridir (Davis, 1984). Linalool açısından zengin kışniş taneleri tıbbi bir bitki olarak (analjezik, gaz giderici, sindirim, temizleyici, anti-romatizmal ve anti-spazmodik) ve tatlandırıcı olarak şekerleme yapımında, baharat olarak yemeklerde ve parfümeride kullanılmaktadır (Bhuiyan ve ark., 2009). Kışniş bitkisini yetiştirmenin başarısı birçok faktöre bağlıdır (Baydar, 2005). Kışniş verimi, çeşitlerin genetik özelliklerinden, iklim ve toprak koşullarından ve dahi agronomik faktörlerden önemli derecede etkilenmektedir. Bu nedenle, bu nedenle daha önce yapılmış birçok çalışma sonuçları arasında önemli farklılıklar görülebilmektedir. Agronomik bir faktör olan ekim tarihi, bitkilerin fotoperiyodik tepkisini etkilediğinden verimi belirleyen ana unsurlardan biridir. Ekim tarihi bitki büyümesinin ilk gelişim aşamasını etkilediği gibi aynı zamanda döllenmeyi ve dahi bitki gelişiminin sonraki aşamalarında gerçekleşen diğer olayları da etkiler. Gecikmiş bir ekim tarihi, sonraki gelişme aşamalarını hızlandırır ve bitkinin tüm büyüme süresini kısaltarak sürgünlerin yetersiz gelişimine (Carrubba ve ark., 2006) ve diğer verim bileşenlerinin düşmesine sebep olarak verimi düşürücü bir etki ortaya koyar (Zheljzkov ve ark., 2008).

Bir uzun gün bitkisi olan kışniş ekim zamanına bağlı olarak vejetasyon süresi 52-222 gün arasında değişebilmektedir (Özel ve ark., 2010). Geciken ekimlere bağlı olarak vejetasyon süresi de düşmektedir. İlbaharda yetiştirilenlerde büyüme süresi 90 ile 120 gündür (Ghobadi ve Ghobadi, 2010). Artan ışıklandırma süresine ve sıcaklığa bağlı olarak vejetatif gelişmesini tamamlamadan generatif döneme geçebilmektedir. Bu durum bitkinin morfolojik gözlemlerinde kendini ortaya koymaktadır (Özel ve ark., 2009). Normal çevre ve yarı kurak Akdeniz koşullarında en yüksek tane verimine sonbahar-kış ekimlerinde sahip olduğu bilinmektedir (Carrubba ve ark., 2006).

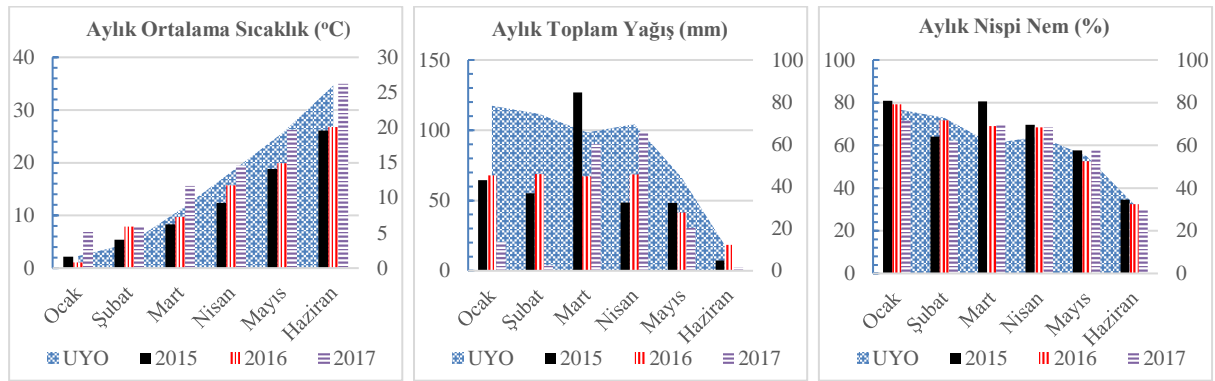
Optimum seviyenin altındaki ekim normunun, bitkisel üretim girdilerinin kullanılabilirliği düzeyine bağlı olarak bu girdilerin kullanım verimliliğini, bitkisel verimi ve nihai anlamda üretici kârını azaltabilir. Fakat, optimumun üzerindeki bir ekim normunun ise üretim maliyetini, hastalık baskısını, böceklerin barınmasını artırarak verimi potansiyel olarak düşürmektedir. Sonuç olarak, verimi en üst düzeye çıkarmak için birim alan başına gereken minimum bitki sayısı olan agronomik optimum bitki yoğunluğunun (AOBY) tanımlanması, kışniş veriminde gelecekteki gelişmeler için çok önemlidir.

Bu çalışmada, Diyarbakır ekolojik koşullarında yetiştirilebilecek kışniş bitkisi için uygun ekim zamanı ve ekim normunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneme Yerinin İklim Özellikleri

Denemenin kurulduğu alan Dicle Nehri kenarında, denizden yüksekliği 609 m ve 37°56'29.36"N enlem ile 40°15'16.07"E boylamında yer almaktadır. Tipik Güneydoğu Anadolu iklim bölgesine sahip olup, yazları sıcak ve kurak, kışları ise nispeten soğuk ve yağışlı geçmektedir. Bu çalışmada denemelerin revize edildiği 2015, 2016, 2017 ve uzun yıllara (UY:1981-2017) ait aylık ortalama sıcaklık, toplam yağış ve nispi nem değerleri Şekil 1'de verilmiştir. 2015 ve 2016 yıllarında aylık ortalama sıcaklık değerlerinin uzun yıllara göre daha düşükken, 2017 yılı değerlerinin ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. 2015 ve 2017 yılları Mart ve Nisan ayları hariç uzun yıllar ortalamasının oldukça altında aylık yağış değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. 2017 yılının Ocak ve Şubat ayları hariç tutulduğunda her üç yılda da nispi nem miktarının uzun yıllar ortalamasına kısmen paralel gittiği, fakat Mart ve Nisan aylarında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme her üç yılına ve Uzun Yıllara (UYO) ait aylık sıcaklık, aylık toplam yağış ve aylık nispi nem ortalama değerleri.

Figure 1. The monthly temperature, monthly total precipitation, and monthly relative humidity average values for each three years of the trial and Long Period (ALP).

Deneme Yerinin Toprak Özellikleri

Deneme sahasından alınan toprak numunelerinin yapılan analiz sonuçları Çizelge 1’de sunulmuştur. Deneme topraklarının %73.18 su ile doymun, tuzsuz (%0.03), bazik (pH = 8.12), killi [kum oranı (%27.12), kil oranı (54.10), silt oranı (18.75)], nem içeriği (%32.67), porozite (%47.88), kireç (%8.02 (CaCO₃), fosfor (1.35 kg da⁻¹), potasyum (92.27 K₂O), organik madde (%0.93), tarla kapasitesi (%41.63), solma noktası (%18.38), hacim ağırlığı (1.56 g cm⁻³, özgül ağırlığı (2.83 g cm⁻³) ve KDK (25.00 mg 100 g⁻¹) sahip oluğu saptanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Table 1. Some physical and chemical properties of trial field soils.

Toprağın bünyesi	Su ile doyma (%)	Tuz içeriği (%)	pH	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Nem (%)	Porozite (%)
Killi	73.18	0.03	8.12	27.12	54.10	18.75	32.67	47.88
CaCO ₃ (%)	P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	K ₂ O (kg da ⁻¹)	Organik madde (%)	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)	Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	Özgül ağırlığı (g cm ⁻³)	KDK (me 100g ⁻¹)
8.02	1.35	92.27	0.93	41.63	18.38	1.52	2.83	25.00

Metot

GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü’ndeki deneme sahasında kurulan bu çalışma önceki yıllarda yapılan çalışmaların bir devamı niteliğinde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak 2015-2017 revize edilerek yeniden değerlendirilmiştir. Tarla denemesi GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü’ndeki deneme alanında kurulmuştur. Denemede alt parsel büyüklükleri [3m (sıra uzunluğu) x 5 (sıra sayısı) x 0.45m (sıra arası mesafe (3 x 5 x 0.45)=] 6.75 m²dir. Her alt ve ana parseller arasında 2.5m ara bırakılmıştır.

Bölgede daha önce kişnişte ekim zamanı ile ilgili çalışma yapılmadığı için ekim zamanları aralığı biraz geniş tutulmuştur. Ekim zamanları iklim koşullarının el verdiği ölçüde Ekim ayından itibaren birer ay ara ile dört farklı ekim zamanda denenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Denemenin kurulduğu ekim zamanları.

Table 2. The sowing times of the established trial.

Ekim zamanları	Birinci yetiştirme sezonu	İkinci yetiştirme sezonu	Üçüncü yetiştirme sezonu
1. Ekim Zamanı	24 Kasım	24 Kasım	18 Ekim
2. Ekim Zamanı	3 Ocak	11 Ocak	17 Kasım
3. Ekim Zamanı	11 Şubat	11 Şubat	15 Ocak
4. Ekim Zamanı	01 Mart	10 Mart	04. Mart

Denemede ekim zamanları ana parsellere ve dekara atılacak tohum miktarı ise alt parsellere yerleştirilmiştir. Çalışmada, dört ekim normu; 1 kg da⁻¹ (170.36 adet m⁻²), 2 kg da⁻¹ (340.72 adet m⁻²), 3 kg da⁻¹ (511.07 adet m⁻²) ve 4 kg da⁻¹ (681.43 adet m⁻²) olacak şekilde ayarlanmıştır. Kullanılan kişniş tohumunun 1000 dane ağırlığı 5.87g ve her bir alt parselin alanı 6.75 m² olması hesabı ile metrekaredeki bitki sayısı hesaplanmıştır. Sonbaharda derin sürülen deneme alanı ekimden önce toprak tavını kaybetmeden kültivatör ile ikileme yapılmıştır. Arkasından kesekleri kırmak ve toprağı düzeltmek için diskaro ve merdane geçirilmiştir. Denemede tohumlar her parselde çepinle açılan çizilere 2 - 3 cm derinliğe düşecek şekilde elle ekilmiştir. Denemede azot dozu olarak 6 kg da⁻¹ olacak şekilde %21'lik amonyum sülfat ve 4 kg da⁻¹ olacak şekilde %46'lık triple süper fosfat ticari gübreleri kullanılmıştır. Fosforun tamamı azotun yarısı ekimle birlikte, azotun geri kalan yarısı da çiçeklenmeden önce verilmiştir. Özellikle ilk gelişme devresinde kişniş bitkisinin yabancı otlara karşı rekabeti çok zayıf olduğundan bu dönemde tüm yabancı otlar elle çekilmiştir. Bitki köklerinin hava almasını sağlamak, toprak kapilaritesini kırmak ve yabancı ot kontrolü için iki el çapası yapılmıştır. Birinci çapalama bitkiler çıkış yaptıktan sonra, ikincisi ise bitkiler 5-10 cm boylanınca yapılmıştır. Her üç deneme yılında da üretim sezonu kurak geçtiği için Mayıs ayının sonuna doğru ilave bir sulama yapılmıştır. Denemede her parselin kenarlarından birer sıra ve uç kısımlarından 0.5 m kenar tesiri bırakıldıktan sonra elle hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkiler açık havada kurutulduktan sonra biyolojik verimi hesaplanmıştır. Kurutulan bitkiler sopa ile ezilerek harmanlanmıştır. Kaba saplar elle üstten ayıklanmıştır. Altta kalan harman önce eleklerden, daha sonra da savurma makinesinden geçirilerek tane ve sap birbirinden ayıklanmıştır.

İstatistiksel Analizler

Çalışma sonucunda kaydedilen verilerin SPSS v 23.0 paket programı ile varyans analizi yapılmış ve elde edilen ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak gruplandırılmıştır. İncelenen özelliklerin birbiriyle ilişkilerini saptamak için de pearson korelasyon analizi yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Diyarbakır ekolojik koşullarında kişniş için uygun ekim zamanı ve ekim normu belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada, bitki boyu, toplam dal sayısı, bin dane ağırlığı, tohum verimi, biyolojik verim ve hasat indeksi özellikleri Çizelge 3, 4 ve bu özellikler arasındaki korelasyonlara ilişkin veriler ise Çizelge 5 ve Şekil 2 verilmiştir.

Bitki Boyu (cm)

Farklı ekim zamanı ve ekim normu uygulamalarının belirlenmesine yönelik yürütülen bu çalışmada yılların iklim koşullarının farklılaşması kişnişte bitki boyu üzerinde istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) farklılıkların oluşmasına sebep vermiş ve bunun sonucunda en yüksek bitki boyu değerinin üçüncü yılda (81.0 cm), en düşük bitki boyu değerinin (54.1 cm) ise ikinci yılda elde edilmiştir. Çalışma sonuçları bu yönüyle Kaya ve ark. (2000) ve (Özel ve ark., 2009) yapmış oldukları çalışma bulgularına benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Farklı ekim zamanı uygulamalarının bitki boyu üzerine olan etkisi önemli ($P < 0.01$) çıkmış ve en yüksek bitki boyu değerlerinin birinci ve ikinci ekim zamanında 70.6 cm olarak ölçülürken en düşük bitki boyu ise üçüncü ve dördüncü ekim zamanlarında sırasıyla 67.7 ve 66.4 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3). Bunun nedeni ise erken ekimlerde bitki fizyolojik olgunluğa erişmek için yeterli zamanı bulduğu için daha iyi boylanmıştır. Geç ekimlerde ise bitki vejetatif gelişmesini tamamlamak için yeterli zamanı bulmadığı için tam olarak boylanmamıştır (Kaya ve ark., 2000; Özel ve ark., 2009). Farklı ekim normları uygulamaları ile oluşan bitki boyu farkı istatistiki olarak önemli ($P > 0.05$) çıkmadığı ve bitki boyu değerlerinin 67.5-69.4 cm arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 3). Yapılan benzer çalışmalarda, Tunçtürk (2006) dekara tohumluk miktarına göre bitki boyunun en seyrek ekimde (1.5 kg da⁻¹) 41.22 cm, en sık ekimde (3 kg da⁻¹) 44.22 cm; Moosavi ve ark. (2015) bitki sıklığına bağlı olarak bitki boyunun 35.6-40.7 cm arasında değiştiğini, Katar ve Kara (2016) en sık bitki sıklığında (50 bitki m⁻²) en yüksek bitki boyu elde ettiklerini bildirmektedirler. Bitki boyu açısından yıl x ekim zamanı ikili ve yıl x ekim zamanı x ekim normu üçlü interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu saptanmıştır. Yıl x ekim zamanı interaksiyonunda en yüksek bitki boyu (85.5 cm) üçüncü yılda ve üçüncü ekim zamanında, en düşük tohum verimi (48.6 cm) ise ikinci yılda ve üçüncü ekim zamanında elde edilmiştir. Çizelge 3'te de görüldüğü gibi yıl x ekim zamanı x ekim normu üçlü interaksiyonlarında en

yüksek bitki boyu değerinin (92.7cm) üçüncü yılın üçüncü ekim zamanı ve birinci ekim normundan alınmıştır. Çalışma sonuçlarının Uzun ve ark. (2010) bulguları ile örtüştüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Kışnişte farklı ekim zamanı ve ekim normu uygulamaları sonucu elde edilen bitki boyu, toplam dal sayısı ve bin dane ağırlığı özelliklerine ilişkin üç yetiştirme sezonuna ait ortalama değerler ve oluşan LSD grupları.

Table 3. Average values of three growing seasons regarding plant height, total number of branches and weight of thousand kernels obtained as a result of different sowing time and sowing norm practices in coriander, and LSD groups formed.

Ekim zamanı (EZ)	Ekim normu (EN)	Bitki boyu (cm)				Toplam dal sayısı (adet bitki ⁻¹)				Bin dane ağırlığı (g)				
		I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZxEN	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZxEN	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZxEN	
Y x EZ x EN ^I	EZ1	EN1	78.5a-f	50.3ij	79.7a-f	69.5	98.1ab	104.1ab	12.6 hi	71.6	5.9	6.0	5.9	5.9
		EN2	82.1a-e	46.9i	77.9a-f	69.0	75.9b-f	99.2ab	12.7 hi	62.6	6.1	5.8	5.9	5.9
		EN3	80.6a-f	57.1g-j	85.7a-d	74.5	82.0bc	96.5ab	9.2 hi	62.6	6.2	6.0	6.1	6.1
		EN4	76.0b-g	56.5g-j	76.0b-g	69.5	73.2b-f	78.4b-e	11.4 hi	54.3	6.1	6.0	6.1	6.1
	EZ2	EN1	76.0b-g	53.0j	80.3a-f	69.7	82.7bc	49.9d-g	14.0 hi	48.8	5.5	6.5	6.0	6.0
		EN2	66.9e-i	68.2e-h	85.8a-c	73.6	61.8c-f	46.7fg	13.3 hi	40.6	5.4	6.0	5.7	5.7
		EN3	72.9c-g	57.4g-j	77.9a-f	69.4	58.8c-f	62.2c-f	12.0 hi	44.3	5.6	6.3	5.9	5.9
		EN4	69.1d-h	56.4h-j	83.1a-d	69.5	58.6c-g	60.5c-f	12.3 hi	43.8	5.9	6.5	6.2	6.2
	EZ3	EN1	67.0e-h	47.4j	92.7a	69.0	82.1bc	33.7gh	13.9 hi	43.2	5.3	6.0	5.7	5.7
		EN2	72.8d-g	47.8j	83.4a-d	68.0	93.5ab	50.5d-g	9.8 hi	51.2	5.4	6.0	5.7	5.7
		EN3	69.8d-g	50.0j	76.3b-f	65.3	75.4b-f	47.9e-g	9.1 i	44.1	5.5	6.5	6.0	6.0
		EN4	66.7e-h	49.2j	89.9ab	68.6	73.1b-f	58.3c-g	12.0 hi	47.8	5.3	6.8	6.0	6.0
	EZ4	EN1	65.1f-i	66.4f-i	77.2v-f	69.6	98.5ab	77.1b-e	9.6 hi	61.7	5.7	6.8	6.2	6.2
		EN2	61.3g-j	55.2j	85.3a-d	67.3	95.5ab	46.7e-g	9.9 hi	50.7	5.7	5.8	5.7	5.7
		EN3	66.5e-i	55.2j	77.4b-f	66.4	86.9b	46.6fg	9.7 hi	47.7	5.4	6.0	5.7	5.7
		EN4	70.4d-g	48.7i	67.8e-h	62.3	113.9a	51.7d-g	9.9 hi	58.5	5.3	6.3	5.0	5.5
Yıl Ort. ^{II}		71.3 B	54.1 C	81.0 A		81.8 A	63.1 B	11.3 C		5.6 B	6.2 A	5.9 AB		
Azot Dozları		I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZ Ort. ^{IV}	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZ Ort. ^{IV}	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZ Ort.	
Y * EZ ^{III}	EZ1	79.3a-c	52.7ef	79.8a-c	70.6 A	82.3 ab	94.5ab	11.5 c-e	62.8 A	6.1 ab	5.9 ab	6.0 ab	6.0	
	EZ2	71.2b-d	58.7d-f	81.8ab	70.6 A	65.5 a-c	54.8bc	12.9 c-e	44.4 C	5.6 ab	6.3 a	6.0 ab	6.0	
	EZ3	69.0cd	48.6f	85.5a	67.7 B	81.0 ab	47.6b-d	11.2 de	46.6 BC	5.4 b	6.3 a	5.8 ab	5.8	
	EZ4	65.8c-e	56.4ef	76.9a-c	66.4 B	98.7 a	55.5bc	9.7 e	54.6 AB	5.5 ab	6.2 a	5.7 ab	5.8	
Fosfor Dozları		I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EN Ort.	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EN Ort.	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EN Ort.	
Y * EN	EN1	71.6	54.3	82.5	69.4	90.3	66.2	12.5	56.3	5.6	6.3	6.0	6.0	
	EN2	70.8	54.5	83.1	69.4	81.6	60.8	11.4	51.3	5.7	5.9	5.8	5.8	
	EN3	72.4	54.9	79.3	68.9	75.8	63.3	10.0	49.7	5.7	6.2	5.9	5.9	
	EN4	70.6	52.7	79.2	67.5	79.7	62.2	11.4	51.1	5.6	6.4	5.8	6.0	
LSD (Yıl)						3.78**					9.93**			0.36*
LSD (EZ)						2.67**					9.34**			Öd
LSD (Yıl*EZ)						18.52**					16.18**			1.40*
LSD (EN)						Öd					Öd			Öd
LSD (Yıl*EN)						Öd					Öd			Öd
LSD (EZ*EN)						Öd					Öd			Öd
LSD (Yıl*EZ*EN)						9.90**					19.13*			Öd
CV (%)						0.10					0.26			0.12

Öd: İstatistiksel olarak önemli değil (%5)

*: Ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 düzeyinde önemli

** : Ortalamalar arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde önemli

^I: Her bir özellik için aynı **küçük** harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

^{II}: Her bir özellik için aynı satırda aynı **büyük** harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

^{III}: Her bir özellik için aynı **küçük italik** harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

^{IV}: Her bir özellik için aynı sütunda aynı **büyük italik** harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur

Toplam Dal Sayısı (adet bitki⁻¹)

Çizelge 3'te görüldüğü üzere yılların kışnişte toplam dal sayısı üzerinde istatistiksel olarak önemli (P<0.01) farklılıkların oluşmasına neden olduğu ve bunun neticesinde en yüksek toplam dal sayısı değerinin birinci yılda (81.8 adet), en düşük (11.3 adet) ise üçüncü yılda elde edilmiştir. Bitki boyu arttıkça dal sayılarında bir düşüşün yaşandığı görülmüştür. Benzer çalışmalar incelendiğinde, (Tunçtürk, 2006) birinci yılda 6.03 adet bitki⁻¹, ikinci yılda 6.29 adet bitki⁻¹ ve Kaya ve ark. (2000) Denizli popülasyonunda birinci yılda 5.6 adet bitki⁻¹, ikinci yılda 6.3 adet bitki⁻¹ arasında değiştiğini bildirmektedirler. Farklı ekim

zamanlarının bitkideki toplam dal sayısına olan etkisi istatistiksel olarak çok önemli olmuş ve en fazla dal sayısı birinci ekim zamanında (62.8 adet), en az dal sayısı ise ikinci ekim zamanında (44.4 adet) elde edilmiştir. Benzer çalışmalarda genellikle ana dallar incelendiğinden sonuçlarının oldukça düşük olduğu görülmüştür. Kaya ve ark. (2000) Denizli popülasyonunda ilk ekim zamanında 4.9 adet bitki⁻¹, son ekim zamanında 6.8 adet bitki⁻¹ arasında değiştiğini bildirmektedirler. Farklı ekim normlarının bitkide toplam dal sayısı üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüş ve toplam dal sayılarının 49.7-56.3 adet bitki⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 3). Tunçtürk (2006) yürüttüğü benzer bir çalışmada ekim normunun bitkideki ana dal sayısı üzerinde önemli etkilerinin olduğunu rapor etmişlerdir. Toplam dal sayısı üzerine yıl x ekim zamanı ikili ve yıl x ekim zamanı x ekim normu üçlü interaksiyonlarının istatistiki olarak çok önemli etkilerinin olduğu saptanmıştır. Yıl x ekim zamanı interaksiyonunda en fazla dal sayısı değerinin (98.7 adet bitki⁻¹) birinci yılda ve dördüncü ekim zamanında elde edilmişken, en az toplam dal sayısı değerinin (9.7 adet bitki⁻¹) ise üçüncü yılda dördüncü ekim zamanında elde edilmiştir. Yıl x ekim zamanı x ekim normu üçlü interaksiyonunda en fazla dal sayısının (113.9 adet bitki⁻¹) birinci yılda, dördüncü ekim zamanında ve 4 kg da⁻¹ ekim normundan elde edilmiştir. En az toplam dal sayısının ise (9.10 adet bitki⁻¹) ise üçüncü yılda, üçüncü eki zamanda ve 3 kg da⁻¹ ekim normundan elde edildiği saptanmıştır.

1000 Dane Ağırlığı (g)

Çalışmada yıllara ait farklı iklim koşullarının kişnişte bin dane ağırlığına olan etkisinin istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu saptanmış ve en yüksek bin dane ağırlığının (6.2 g) denemenin ikinci yılından alındığı saptanmıştır. Denizli popülasyonu ile yapılan benzer bir çalışmada, Kaya ve ark. (2000) bin dane ağırlığını birinci yıl için 6.86 g, ikinci yıl için ise 6.79 g olarak bildirmişlerdir. Çalışmada ekim zamanlarının bin dane ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığı ve bin dane ağırlığı ortalama değerlerinin 5.8-6.0 g arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 3). Özel ve ark. (2009) Mardin orjinli iri taneli bir kişniş ekotipi ile yaptıkları çalışmada bin dane ağırlığının 8.1-11.4 g arasında değiştiği bildirmektedirler. Çizelge 3'te görüldüğü gibi, farklı ekim normlarının kişnişte bin dane ağırlığı üzerine istatistiksel olarak önemli etkide bulunmadığı saptanmış ve bin dane ağırlığı ortalama değerlerinin 5.8-6.0 g arasında değiştiği gözlenmiştir. Tunçtürk (2006) tohumluk miktarına bağlı olarak 1000 dane ağırlığının da (sırası ile 11.86, 10.73, 10.88 ve 10.93 g) değiştiğini bildirmektedir. Bin dane ağırlığı açısından yıl x ekim zamanı interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuş ve en yüksek bin dane ağırlığı ortalama değerinin ikinci yılda ikinci, üçüncü ve dördüncü ekim zamanlarında sırasıyla 6.3, 6.3 ve 6.2 g olarak elde edilmiştir. En düşük bin dane ağırlığı (5.4 g) ise birinci yılda üçüncü ekim zamanında elde edilmiştir.

Tohum (meyve) Verimi (kg da⁻¹)

Çizelge 4'ten de görüldüğü gibi ekim zamanları ve ekim normları uygulamaları sonucu oluşan ortalama tohum veriminin yıllar itibariyle istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) farklılıklar gösterdiği ve en yüksek tohum veriminin (175.1, 176.7 kg da⁻¹) birinci ve üçüncü yılda, en düşük (110.6 kg da⁻¹) ise ikinci yıldan elde edildiği saptanmıştır. Yıllar arasında oluşan tohum verimi farkının bu denli yüksek olmasının nedeni ikinci yılda yaşanan dolu zararından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Farklılaşan iklim koşullarının tohum verimi üzerinde önemli etkilerinin olduğunu bildiren Özel ve ark. (2009) birinci yılda 174.16 kg da⁻¹, ikinci yılda 97.52 kg da⁻¹ ve Uzun ve ark. (2010) Uşak hattında yıllar arasındaki verim farkının 66.07-144.15 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmektedirler. Farklı ekim zamanları arasında oluşan tohum verimi farkı istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuş ve en yüksek tohum verimi (171.5 kg da⁻¹) en erken ekimden, en düşük tohum verimi (142.4 kg da⁻¹) ise en geç ekim zamanında elde edilmiştir (Çizelge 4). Kaya ve ark. (2000) Denizli popülasyonunda en erken ekimde en yüksek tohum verimini (94.0 kg da⁻¹), en geç ekimde ise en düşük verimini (55.1 kg da⁻¹) elde ettiklerini bildirmektedirler. Çalışmada, farklı ekim normları arasında istatistiki olarak herhangi bir farkın olmadığı ve farklı ekim normu uygulamaları sonucu oluşan tohum verimlerinin 149.0-156.8 kg da⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4). Çalışma sonuçları, meyve verimi için en uygun bitki sıklığının 50 bitki m⁻² olduğunu bildiren Moosavi ve ark. (2015)'nin bulguları ile kısmen uyumludur.

Çizelge 4. Kışnişte farklı ekim zamanı ve normu uygulamaları sonucu elde edilen tohum verimi, biyolojik verim ve hasat indeksi özelliklerine ilişkin üç yetiştirme sezonuna ait ortalama değerler ve oluşan gruplar.

Table 4. Average values of three growing seasons regarding seed yield, biological yield and harvest index properties obtained as a result of different sowing time and norm practices in coriander, and the groups formed.

Ekim zamanı (EZ)	Ekim normu (EN)	Tohum verimi (kg da ⁻¹)				Biyolojik verimi (kg da ⁻¹)				Hasat indeksi (%)				
		I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZxEN ^{II}	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZxEN ^{II}	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZxEN ^{II}	
Y x EZ x EN ^I	EZ1	EN1	219.1a-d	87.6ij	144.3e-i	150.3 AB	398.5	284.0	513.1	398.5 A-C	39.0	28.2	33.6	33.6 AB
		EN2	261.6a-c	72.5i	168.2d-g	167.4 AB	387.2	197.5	577.0	387.2 BC	41.0	37.8	39.4	39.4 AB
		EN3	262.9ab	118.4g-j	169.0d-g	183.4 A	420.4	336.4	504.4	420.4 A-C	37.6	35.2	36.4	36.4 AB
		EN4	271.6a	123.8f-j	158.8d-h	184.7 A	421.1	321.0	521.1	421.1 A-C	40.8	38.7	39.7	39.7 AB
	EZ2	EN1	155.6e-h	128.6f-j	160.0d-g	148.1 AB	367.2	314.8	419.7	367.2 C	33.3	40.6	36.9	36.9 AB
		EN2	181.6d-f	135.8f-i	172.0d-g	163.1 AB	406.3	333.3	479.2	406.3 A-C	35.2	40.4	37.8	37.8 AB
		EN3	196.8de	131.2f-j	150.4e-h	159.5 AB	376.4	296.3	456.4	376.4 BC	38.5	44.8	41.6	41.6 AB
		EN4	191.4de	107.0h-j	153.2e-h	150.5 AB	372.7	277.8	467.7	372.7 BC	37.5	37.3	37.4	37.4 AB
	EZ3	EN1	144.4e-h	107.5h-j	146.6e-h	132.8 AB	399.9	271.6	528.2	399.9 A-C	35.8	43.2	39.5	39.5 AB
		EN2	151.1e-h	87.6ij	194.9de	144.5 AB	498.5	234.6	762.5	498.5 A-C	34.1	35.6	34.8	34.8 AB
		EN3	159.9d-g	98.5ij	194.8de	151.0 AB	437.7	228.4	647.0	437.7 A-C	35.3	43.0	34.8	37.7 AB
		EN4	140.7f-i	141.0f-i	202.2d	161.3 AB	519.6	284.0	755.2	519.6 A	31.1	49.9	40.5	40.5 AB
	EZ4	EN1	120.0g-j	164.3d-g	210.1b-d	164.8 AB	514.5	333.3	695.7	514.5 AB	35.9	49.1	42.5	42.5 AB
		EN2	127.7f-j	96.2ij	190.5de	138.1 AB	439.1	209.9	668.4	439.1 A-C	42.2	45.1	43.7	43.7 A
		EN3	119.9g-j	85.3j	203.7d	136.3 AB	421.1	209.9	632.4	421.1 A-C	36.2	39.5	37.9	37.9 AB
		EN4	98.2ij	85.2i	208.2cd	130.5 B	387.2	222.2	607.7	405.7 A-C	32.4	37.2	30.2	33.3 B
Yıl Ort.^{III}		175.1 A	110.6 B	176.7 A		423.0 B	272.2 C	577.2 A		36.6	40.4	37.9		
Azot Dozları														
		I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZ Ort._v	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZ Ort._v	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EZ Ort.	
Y * EZ ^{IV}	EZ1	253.8a	100.6 e	160.1b-e	171.5 A	406.8 d	284.7 ef	528.9 b	406.8 B	39.6	35.0	37.3	37.3	
	EZ2	181.3b-d	125.7 de	158.9b-e	155.3 B	380.6 de	305.6 e	455.7 c	380.6 B	36.1	40.8	38.4	38.4	
	EZ3	149.0c-e	108.6 e	184.6bc	147.4 BC	463.9 bc	254.6 f	673.2 a	463.9 A	34.1	43.0	37.4	38.1	
	EZ4	116.4e	107.7 e	203.1ab	142.4 C	440.5 cd	243.8 g	651.0 ab	445.1 A	36.7	42.7	38.6	39.3	
Fosfor Dozları														
		I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EN Ort.	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EN Ort.	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	EN Ort.	
Y * EN ^{VI}	EN1	159.8a-d	122.0b-e	165.3 a-c	149.0	420.1 cd	300.9 d	539.2 b	420.1	36.0	40.3	38.1	38.1	
	EN2	180.5ab	98.0e	181.4 ab	153.3	432.8 c	243.8 f	621.8 a	432.8	38.1	39.7	38.9	38.9	
	EN3	184.9a	108.3de	179.5 ab	157.6	413.9 cd	267.7 ef	560.1 ab	413.9	36.9	40.6	37.7	38.4	
	EN4	175.5ab	114.3c-e	180.6 ab	156.8	425.1 cd	276.2 e	587.9 ab	429.8	35.4	40.8	37.0	37.7	
LSD (Yıl)					9.76**						39.15**	Öd		
LSD (EZ)					5.59**						11.07**	Öd		
LSD (Yıl*EZ)					19.69**						54.71**	Öd		
LSD (EN)					Öd						Öd	Öd		
LSD (Yıl*EN)					18.01**						38.72**	Öd		
LSD (EZ*EN)					20.8**						47.70**	5.40**		
LSD (Yıl*EZ*EN)					35.98**						Öd	Öd		
CV (%)					0.17						0.13	0.17		

Öd: İstatistiksel olarak önemli değil (%5)

** : Ortalamalar arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde önemli

^I: Her bir özellik için aynı **küçük** harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

^{II}: Her bir özellik için aynı sütunda aynı **büyük** harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

^{III}: Her bir özellik için aynı satırda aynı **büyük** harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

^{IV}: Her bir özellik için aynı **küçük italik** harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

^V: Her bir özellik için aynı sütunda **büyük italik** harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

^{VI}: Her bir özellik için aynı satırda aynı **küçük koyu** harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Araştırma sonucunda, tohum verimi açısından yıl x ekim zamanı, yıl x ekim normu, ekim zamanı x ekim normu ikili ve yıl x ekim zamanı x ekim normu üçlü interaksiyonlarının istatistiksel olarak önemli (P<0.01) olduğu tespit edilmiştir. Buna göre yıl x ekim zamanı interaksiyonunda en yüksek tohum verimi (253.8 kg da⁻¹) birinci yılda ve birinci ekim zamanında, en düşük tohum verimi (100.6 kg da⁻¹) ise ikinci yılda ve birinci ekim zamanında elde edilmiştir (Çizelge 4). Yıl x ekim normu interaksiyonunda, en yüksek tohum verimi (184.9 kg da⁻¹) birinci yılda ve üçüncü ekim normunda elde edilirken en düşük tohum verimi ise ikinci yılda (98.0 kg da⁻¹) ve ikinci ekim normunda elde edilmiştir. Ekim zamanı x ekim normu interaksiyonunda en yüksek tohum verimi (183.4, 184.7 kg da⁻¹) birinci ekim zamanında ve üçüncü ve dördüncü ekim normlarında saptanırken en düşük tohum verimi (1130.5 kg da⁻¹) dördüncü ekim

zamanında ve dördüncü ekim normunda saptanmıştır. Yıl x ekim zamanı x ekim normu üçlü interaksyonda en yüksek tohum verimi (271.6 kg da^{-1}) birinci yılın dördüncü ekim zamanı ve dördüncü ekim normundan elde edilmiştir. En düşük tohum verimi (72.5 kg da^{-1}) ise ikinci yılın birinci ekim zamanı ve ikinci ekim normundan tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Biyolojik Verim (kg da^{-1})

Çizelge 4'te, yıllara göre oluşan biyolojik verim farkının istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiş ve en yüksek biyolojik verim (577.2 kg da^{-1}) üçüncü yılda, en düşük (272.2 kg da^{-1}) ise ikinci yılda ölçülmüştür. Çalışma sonucunun, Denizli popülasyonu ile yaptıkları çalışmada biyolojik verimin farklı iklim koşulları sergileyen yıllar itibarıyla önemli ölçüde farklılaştığını bildiren Kaya ve ark. (2000)'nin bulgularıyla uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4'te görüldüğü gibi farklı ekim zamanı uygulamaları sonucu oluşan biyolojik verimler arasında istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) farklılıkların olduğu saptanmış ve en yüksek biyolojik verimin ($463.9, 445.1 \text{ kg da}^{-1}$) üçüncü ve dördüncü ekim zamanlarında, en düşük biyolojik verim ($406.8, 380.6 \text{ kg da}^{-1}$) ise birinci ve ikinci ekim zamanlarında tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, farklı zamanlarda yapılan ekimler sonucu biyolojik verim arasında istatistiki düzeyde önemli farklılıkların oluşabileceğini bildiren Kaya ve ark. (2000)'nin bulgularını destekler niteliktedir. Farklı ekim normu etkilerinin biyolojik verim üzerinde istatistiki olarak önemli olmadığı ve biyolojik verim ortalama değerlerinin $420.1-429.8 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4). Yıl x ekim zamanı, yıl x ekim normu ve ekim zamanı x ekim normu ikili interaksyonları sonucu biyolojik verimler arasında istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Yıl x ekim zamanı interaksyonda en yüksek biyolojik verim (673.2 kg da^{-1}) üçüncü yılda ve üçüncü ekim zamanında, en düşük tohum verimi (243.8 kg da^{-1}) ise ikinci yılda ve dördüncü ekim zamanında elde edilmiştir. Yıl x ekim normu interaksyonda en yüksek biyolojik verim (621.8 kg da^{-1}) üçüncü yılda ve ikinci ekim normundan elde edilirken en düşük biyolojik verim (243.8 kg da^{-1}) ise ikinci yılda ve ikinci ekim normundan elde edilmiştir. Ekim zamanı x ekim normu interaksyonda en yüksek biyolojik verim (519.6 kg da^{-1}) üçüncü ekim zamanında ve dördüncü ekim normundan, en düşük biyolojik verim (367.2 kg da^{-1}) üçüncü ekim zamanında ve birinci ekim normundan elde edilmiştir (Çizelge 4).

Hasat İndeksi (%)

Çalışmada yıllara, ekim zamanlarına, ekim normuna, ekim zamanı x ekim normunu hariç ikili ve üçlü interaksyonlara ait hasat indeksleri ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılığın olmadığı saptanmıştır. Yıllara ait hasat indeksi ortalama değerlerinin %36.6-40.4 arasında, farklı ekim zamanlarına ait hasat indeksi %37.3-39.3 arasında, farklı ekim normlarına ait hasat indeksleri ise %37.7-38.9 arasında değiştiği saptanmıştır. Ekim zamanı x ekim normu interaksyonuna ait hasat indeksi ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0.01$) farklılıklar tespit edilmiş ve en yüksek hasat indeksinin (%43.7) dördüncü ekim zamanı ve ikinci ekim normundan, en düşük hasat indeksinin (%33.3) ise dördüncü ekim zamanı ve dördüncü ekim normundan elde edilmiştir.

Gözlemlenen Parametrelerin Korelasyon Matrisleri

Çizelge 4'te görüldüğü gibi bitki boyu ile toplam dal sayısı arasında negatif ve önemsiz ($r = -0.257$) bir korelasyon saptanırken, bin tane ağırlığı ($r = 0.276$), biyolojik verim ($r = 0.047$) ve hasat indeksi ($r = 0.01$) ile pozitif ve önemsiz bir ilişki saptanmıştır. Aynı şekilde bitkide toplam dal sayısı ile bin tane ağırlığı ($r = 0.408$) arasında pozitif ve önemsiz bir korelasyona sahipken, biyolojik verim ($r = -0.228$) ve hasat indeksi ile ($r = -0.019$) negatif ve önemsiz bir ilişki saptanmıştır. 1000 dane ağırlığı biyolojik verimle ($r = -0.036$) negatif ve önemsiz bir korelasyona sahipken, hasat indeksi ($r = 0.291$) ile arasında pozitif ve önemsiz bir ilişkiye sahip olduğu saptanmıştır.

Tohum veriminin bitki boyu ile pozitif ($r = 0.630^{**}$) anlamlı ve %40 doğrusal ($r^2 = 0.397$) kuvvetli bir korelasyona sahip olduğu görülmektedir (Şekil 2A). Bununla birlikte, tohum veriminin bin tane ağırlığı ile anlamlı ve kuvvetli bir pozitif korelasyona sahip olduğu ($r = 0.650^{**}$) (Çizelge 5) ve %42 doğrusal bir ilişkiye ($r^2 = 0.423$) sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2B). Biyolojik verim ile hasat indeksi arasında pozitif ve önemsiz ($r = 0.183$) bir ilişki saptanmıştır (Çizelge 5).

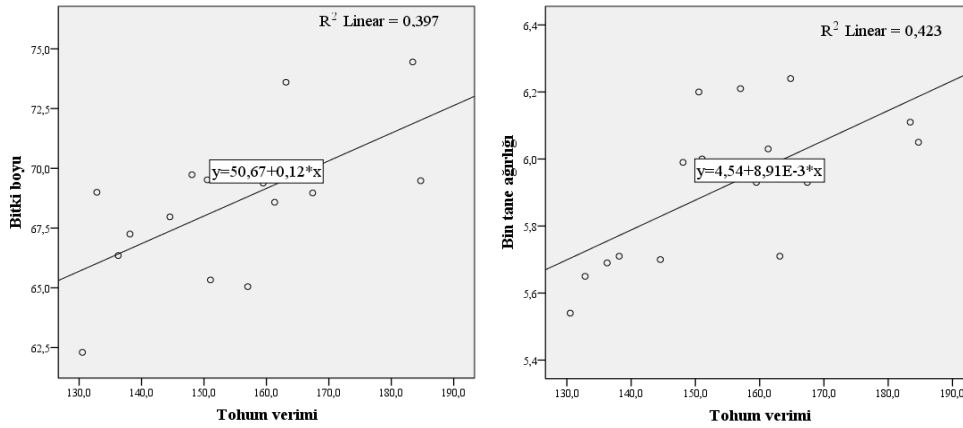
Çizelge 5. Kışnişte bitki boyu, toplam dal sayısı, biyolojik verim, tohum verimi, bin dane ağırlığı ve hasat indeksi özelliklerine ilişkin korelasyon kat sayıları ve önemlilik dereceleri.

Table 5. Correlation coefficients and significance degrees of coriander plant height, total number of branches, biological yield, seed yield, thousand grain weight and harvest index characteristics.

Özellikler	BB	BTDS	BDA	TV	BV	HI
Bitki boyu (BB)	1	-0.257	0.276	0.630**	0.047	0.173
Bitkide toplam dal sayısı (BTDS)		1	0.408	0.246	-0.228	-0.019
Bin dane ağırlığı (BDA)			1	0.650**	-0.036	0.291
Tohum verimi (TV)				1	0.067	0.209
Biyolojik verim (BV)					1	0.183
Hasat indeksi (HI)						1

*. Korelasyon 0.05 düzeyinde önemlidir.

**.. Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir.



Şekil 2. Tohum verimi ile istatistiksel olarak önemli korelasyona sahip özellikler arasındaki basit dağılım grafiği.
Figure 2. Simple scatter plot between seed yield and traits with statistically significant correlation.

SONUÇ

Diyarbakır koşullarında kışniş bitkisinde farklı ekim zamanı ve ekim normlarının kışnişin verim ve bazı verim unsurları üzerine etkisini incelemek amacıyla yürütülen üç yıllık çalışma sonucunda; farklı ekim zamanlarının tohum verimi üzerine anlamlı bir etkisi olurken en yüksek tohum veriminin birinci ekim zamanından (kışlık ekim) alındığı ekim zamanı geciktikçe tohum veriminin düştüğü saptanmıştır. Çalışmada farklı ekim normunun ise tohum verimi üzerine olumlu bir etkisinin olmadığı saptanmış, en düşük ekim normunda bile birim alanda yeteri miktarda bitki yoğunluğu elde edildiğinden ve bu bitkilerin meyve ile sonuçlanan dal sayılarının diğer ekim normlarına göre daha yüksek olması birim alanda bitki sıklığı artınca dal sayılarına paralel olarak azalan meyve sayısı nedeniyle ekim normları arasında herhangi bir fark saptanmamıştır. Sonuç olarak Diyarbakır ekolojik koşullarında kışniş için en uygun ekim zamanı sonbahar veya kışlık ekim (18 Ekim - 24 Aralık) ve en uygun ekim normunun ise 3 kg da^{-1} olduğu tespit edilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması mevcut değildir.

YAZAR KATKISI

Fethullah TEKİN arazi ve laboratuvar çalışmalarının yürütülmesine, Tamer ERYİĞİT istatistik analizlerinin yapılması ile makalenin yazılmasına ve Murat TUNÇTÜRK makalenin yazılmasına katkı sağlamışlardır.

KAYNAKLAR

- Baydar, H. (2005). *Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri: Bilimi ve Teknolojisi*. SDÜ Yayınları. Yayın No: 51, Isparta.
- Bhuiyan, M. N. I., Begum, J., & Sultana, M. (2009). Chemical composition of leaf and seed essential oil of *Coriandrum Sativum* L. from Bangladesh. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 4(2), 150-153.
- Carrubba, A., la Torre, R., Saiano, F., & Alonzo, G. (2006). Effect of Sowing Time on Coriander Performance in a Semiarid Mediterranean Environment. *Crop Science*, 46(1), 437-447.
- Davis, P. H. (1984). *Flora of Turkey and East Aegean Island* Vol: 4, Edinburg Universty Pres.
- Died Erichsen, A., 1966. *Result of characterization of germplasm collection of coriander (Coriandrum Sativum L.) in the Gatersleben genebank*. Inter. Symp. Breeding Res. on Med. and Aromatik Plants, JQuedlinburg Germany.
- Ghobadi, M., & Ghobadi M. (2010). the effects of sowing dates and densities on yield and yield components of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 4(10), 725-728.
- Katar, D., & Kara N. (2016). Bitki sikliğinin iki farklı kışniş (*Coriandrum sativum* L.) çeşidinde verim ve verim unsurları üzerine etkisinin araştırılması. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2(1), 33-42.
- Kaya, N., Yılmaz, G., & Telci, İ. (2000). Farklı zamanlarda ekilen kışniş (*Coriandrum Sativum* L.) populasyonlarının agronomik ve teknolojik özellikleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 355-364.
- Moosavi, G., Seghatoleslami, M., Ebrahimi, A., Fazeli, M., & Jouyban, Z. (2015). The effect of nitrogen rate and plant density on morphological traits and essential oil yield of coriander. *Journal of Ornamental Plants*, 3(2), 95-103.
- Özel, A., Güler, İ., & Erden, K. (2009). Harran Ovası koşullarında farklı ekim zamanlarının kışniş (*Coriandrum Sativum* L.)'in verim ve bazı bitkisel özelliklerine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(4), 41-48.
- Tunçtürk, M. (2006). Kışniş (*Coriandrum Sativum* L.) bitkisinde farklı tohumluk miktarlarının verim, verim özellikleri ve uçucu yağ oranı üzerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(39), 58-62.
- Uzun, A., Özçelik, H., & Özden, Y. S. (2010). Orta Karadeniz Bölgesi için geliştirilen kışniş (*Coriandrum Sativum* L.) çeşitlerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi, verim ve uçucu yağ oranının stabilite analizi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2010(1), 1-8.
- Zheljazkov, V. D., Pickett, K. M., Caldwell, C. D., Pincock, J. A., Roberts, J. C., & Mapplebeck, L. (2008). Cultivar and sowing date effects on seed yield and oil composition of coriander in Atlantic Canada. *Industrial Crops and Products*, 28(1), 88-94.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)

<http://dergipark.org.tr/ijaws>



Araştırma Makalesi

Samsun Ekolojik Koşullarında Bazı Patates Çeşitlerinin Yumru Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Melek Özdemir¹ , Şahane Funda Arslanoğlu^{2*} 

¹Canik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Samsun

²Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun

Geliş tarihi (Received): 11.04.2021

Kabul tarihi (Accepted): 09.06.2021

Anahtar kelimeler:

Patates, pazarlanabilir yumru oranı, yerli çeşit, verim, yumru

Özet. Patates, buğday, çeltik ve mısırdan sonra Dünya'da en fazla tüketilen bitkidir. İşlenmiş yada taze ürün olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu araştırma ile Samsun ekolojik koşullarında bazı yerli ve yabancı patates çeşitlerinin yumru verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme, 2019 yetiştirme döneminde Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre kurulmuştur. Materyal olarak, yerli patates çeşitlerinden Yediveren, Yıldız, Volkan, Yankı, Yaprak, Maden, Maraton, Soylu, Kutup, Nam, Leventbey, Sultan Nur, Nahita, Muratbey, Kaya, Doruk, Ayaz, Bahar, Onaran 2015 patates çeşitleri ile yabancı çeşitlerden Marabel, Orchestra, Alegria, Borwina ve Agria patates çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmada, çeşitler arasında yumru sayısı ortalaması 11.1-20.40 adet bitki⁻¹, yumru ağırlığı ortalaması 81.86-48.05 g yumru⁻¹, yumru verimi 727-1115 g bitki⁻¹, pazarlanabilir yumru oranı %53-70, hektara yumru verimi 20.72 -55.57 t arasında değişmiştir. Yerli çeşitler arasında en yüksek yumru verimi Yıldız (46.09 t ha⁻¹), Yediveren (46.07 t ha⁻¹) ve Yankı (55.57 t ha⁻¹), en düşük ise Nahita (20.72 t ha⁻¹), Muratbey (22.96 t ha⁻¹) ve Onaran 2015 (23.81 t ha⁻¹) patates çeşitlerinde belirlenmiştir. Yabancı çeşitlerin yumru verimleri 30.10-41.41 t ha⁻¹ arasında değişmiştir. Sonuç olarak, Samsun ılıman iklim koşullarında tek yumru ağırlığı, bitki başına yumru verimi, hektara verim, pazarlanabilir yumru oranı ve kuru madde oranı bakımından Yediveren, Yıldız, Yankı, Maden, Volkan, Bahar, Kaya ve Ayaz yerli patates çeşitleri diğer çeşitlere göre öne çıkan önerilebilir çeşitler olmuştur.

*Sorumlu yazar

farslanoglu@omu.edu.tr

Determination of Tuber Yield and Quality Properties of Some Potato Varieties in The Ecological Conditions of Samsun

Keywords:

Potato, tuber, yield, marketable tuber ratio, domestic variety

Abstract. The potato is the world's largest edible crop after wheat, rice and maize and it has got widely uses as fresh or processed foods. In this research, it was aimed to determine the tuber yield and quality properties of some domestic and foreign potato varieties in Samsun ecological conditions. The experiment was carried out by the Random Blocks Experimental Design, at 2019. As materials, domestic potato varieties; Yediveren, Yıldız, Nahita, Leventbey, Muratbey, Nam, Kutup, Volkan, Yankı, Yaprak, Maden, Sultan Nur, Soylu, Maraton, Onaran 2015, Doruk, Bahar, Kaya, Ayaz, and foreign potato varieties; Marabel, Orchestra, Alegria, Borwina, Agria were used. In the study, among potato varieties were changed the mean number of tubers between 11.1 to 20.40 plant⁻¹, tuber weight 81.86 to 48.05 g tuber⁻¹, tuber yield 727 to 1115 g plant⁻¹, marketable tuber ratio 53 to 70 %, tuber yield per hectare between 20.72 to 55.57 t. Among the domestic varieties, while the highest tuber yields from Yıldız (46.09 t ha⁻¹), Yediveren (46.07 t ha⁻¹) and Yankı (55.57 t ha⁻¹), the lowest tuber yields from Nahita (20.72 t ha⁻¹), Muratbey (22.96 t ha⁻¹) and Onaran 2015 (23.81 t ha⁻¹) potato varieties were obtained. Tuber yields of foreign potato varieties have been varied from 30.10 to 41.41 t ha⁻¹. As a result, Samsun moderate climate conditions, Yediveren, Yıldız, Yankı, Maden, Volkan, Bahar, Kaya and Ayaz domestic potato varieties have become prominent recommended varieties in terms of tuber weight, tuber yield per plant, tuber yield per hectare, marketable tuber ratio and dry matter ratio.

GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.), yumrusu doğrudan sofralık olarak tüketilmesinin yanı sıra cips, parmak patates, alkol ve nişasta gibi işlenmiş ürünlerin eldesinde (Upadhyay ve ark., 2020) kullanılan ılıman iklim bitkisi (Wang ve ark., 2015). Genel olarak derin, süzek, hafif yapılı, kumlu-tınlı, hafif killi, organik maddece zengin, su tutma kapasitesi iyi ve kolay havalanabilir topraklardan hoşlanır (Li ve Zhang, 2020).

Günümüzde, Çin, Hindistan, Rusya, Ukrayna ve ABD patates üretiminin en fazla yapıldığı ilk beş ülkedir ve Dünya'daki toplam patates üretiminin %56'sını karşılarlar. Türkiye patates üreten 161 ülke arasında 14. sıradadır (Çalışkan ve ark., 2020). Türkiye'de 2018 yılı verilerine göre patates dikim alanı 135.937 ha, üretim miktarı 4.550.000 ton, verim ise 33.48 ton ha⁻¹ olmuştur (Anonim, 2020). Dikim alanı bakımından Orta Anadolu bölgesi ilk sırada yer alırken, bunu Ege, Akdeniz, Karadeniz ve Marmara Bölgeleri izlemektedir (İmren, 2018; Anonim, 2020). Son beş yıllık verilere göre Karadeniz Bölgesi'nde patates dikim alanı toplam dikim alanının %12.77' lik kısmını oluşturmuştur (Özdemir ve ark., 2018).

Ülkemizde tohumluk patatesin yeterlilik oranı %55.1 (Çalışkan ve ark., 2020), sertifikalı tohumluk kullanım oranı ise %25-30 civarında olup (Öztürk ve Polat, 2017), patates üretiminde kullanılan tohumluğun büyük kısmı ithalatta karşılanmaktadır. Türkiye, 2019 yılı TÜİK verilerine göre, ağırlıklı olarak Hollanda, Fransa, Almanya, İngiltere ve Kanada'dan 18.746 ton patates tohumluğu ithal etmiş ve bu ithalata 14.087 bin \$ ödemiştir (Anonim, 2020). Buna karşılık Azerbaycan, Irak, Özbekistan ve Somali'ye yapılan 14.026 ton tohumluk patates ihracatından 3.685 bin \$ gelir elde edilmiştir.

Günümüzde özel sektör, üniversite ve Patates Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah edilmiş 21 tescilli, 12 üretim iznli olmak üzere toplam 33 yerli patates çeşidi bulunmaktadır (Anonim, 2020a). Ülkemizde, bugüne kadar ıslah edilmiş çeşitlerin sayısı yetersizliği, adaptasyon yeteneklerinin belirli bölgelerle sınırlı kalması ve ıslah edilen çeşitlerin verim, kalite ve adaptasyon bakımından yabancı çeşitlerle rekabet edememesi patates tohumluğunun ithalata dayalı olmasına neden olmuştur. Dolayısıyla ithal tohumlukların patates üretimindeki kullanımı her geçen gün artarak devam etmiştir. Bu araştırmada Türkiye'de ıslah edilmiş ve milli çeşit listesinde yer alan yerli patates çeşitleri ile yabancı orijinli bazı patates çeşitlerinin, Samsun ılıman iklim koşullarında adaptasyon, verim ve kalite kriterlerinin belirlenmesi, araştırma sonuçlarına göre bölge koşullarına uygun, yüksek verimli yerli patates çeşitlerinin üretimde yer almasına katkı sağlamak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırma, Samsun ili Tekkeköy ilçesi 36° 25' 35" N- 41° 12' 35" E koordinatlarında %15 eğim, 235 m rakımda bulunan Çırakman köyünde, 2019 yetiştirme döneminde, farklı olgunlaşma grubunda yer alan 19 yerli (Muratbey, Leventbey, Nahita, Nam, Onaran 2015, Orchestra, Sultan Nur, Maraton, Soylu, Kutup, Volkan, Yediveren, Ayaz, Yıldız, Yankı, Yaprak, Maden, Bahar, Kaya ve Doruk), 5 yabancı orijinli (Orchestra, Alegria, Borwina, Marabel ve Agria) olmak üzere toplam 24 patates çeşidi ile yürütülmüştür. Çeşitlere ait bazı özellikler Çizelge 1' de verilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü tarla toprağı, az kireçli, pH 6.53, tuzsuz, fosfor oranı çok yüksek, potasyum oranı yüksek, organik madde çok az ve killi yapıdadır. Dikimlerin yapıldığı Mart ayında ortalama sıcaklık 8°C, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sırasıyla, 11.8°C, 17.6°C, 23.5°C ve 23.2°C; aylık toplam yağış miktarı Mart ayında 46.3 mm, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sırasıyla 85.4 mm, 50.5 mm, 182.30 mm, 62.7 mm ölçülmüştür. Aylık yağışlı gün sayısı, deneme yılında Mart-Temmuz ayları arasında 10-20 gün arasında değişmiştir.

Yöntem

Deneme yeri, 2018 yılı Kasım ayında derin sürülerek dinlenmeye bırakılmış, 02.02.2019 tarihinde diskaro geçirilip kesekleri parçalanarak hazır hale getirilmiş, 06.03.2019 tarihinde dikim için 15-20 cm derinlikte karıklar açılmış, parselizasyon işlemi yapılarak deneme alanı hazırlığı tamamlanmıştır.

Deneme, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı kurulmuştur. Dikimler, 10.03.2019 tarihinde, 5.4 m uzunluğunda 3 er sıradan oluşan 11.34 m² büyüklüğündeki parsellere, 70x30 cm sıra arası x sıra üzeri mesafe ile 10 cm derinliğe elle yapılmıştır. Toplam deneme alanı 1.088m² 'dir.

Her parsele dikim öncesi 3.000 kg da⁻¹ hesabıyla yanmış ahır gübresi ve dekara saf 10 kg azot (N), 10 kg P₂O₅ ve 10 kg K₂O₅ hesabıyla 15-15-15 (N-P-K) kompoze gübre, bitkilerin yaklaşık 10-15 cm olduğu dönemde, 4 kg da⁻¹ saf azot hesabıyla CAN (%26) gübresi verilmiş ve ardından birinci boğaz doldurma yapılmıştır.

Çizelge 1. Patates çeşitlerine ait bazı özellikler (Anonim, 2020a).

Table 1. Some properties of the potato varieties.

Olum grubu	Çeşitler	Olum grubu	Yumru şekli	Kabuk rengi	Kuru madde oranı (%)	Nişasta oranı (%)
Erkenci	Yaldız	Erkenci	Oval	Sarı	22-23	15.2-15.8
	Yediveren	Erkenci	Uzun	Sarı	19.10	13.20
	Marabel	Erkenci	Oval	Sarı	21.20	14.90
Orta erkenci	Kutup	Orta Erkenci	Kısa Oval	Sarı	22.80	15.70
	Volkan	Orta Erkenci	Uzun Oval	Kırmızı Benekli	22.50	15.60
	Maden	Orta Erkenci	Oval	Sarı	19.50	13.50
	Sultan Nur	Orta Erkenci	Oval	Kırmızı	19.4-20.1	13.2-14.5
	Yaprak	Orta Erkenci	Uzun Oval	Sarı	21.00	14.50
	Yankı	Orta Erkenci	Kısa Oval	Sarı	22.00	15.20
	Muratbey	Orta Erkenci	Oval	Sarı	18.7-19.0	12.6-13.0
	Nahita	Orta Erkenci	Uzun Oval	Sarı	16.0-17.7	10.2-11.7
	Soylu	Orta Erkenci	Kısa Oval	Kırmızı	18.3-16.8	12.6-10.9
	Leventbey	Orta Erkenci	Oval	Sarı	19.2-19.8	13.1-13.6
	Maraton	Orta Erkenci	Oval	Sarı	18.3-18.9	12.3-12.8
	Nam	Orta Erkenci	Oval	Sarı	17.6-18.6	11.7-12.6
	Alegria	Orta Erkenci	Oval	Sarı	20.50	14.20
	Borwina	Orta Erkenci	Oval	Açık Sarı	20.00	14.00
	Orchestra	Orta Erkenci	Yuvarlak/Oval	Açık Sarı	18.00	12.50
	Geçci	Doruk	Geçci	Kısa Oval	Sarı	23.00
Kaya		Geçci	Oval	Sarı	20.70	14.20
Ayaz		Geçci	Oval	Sarı	24-26	16.5-17.8
Bahar		Geçci	Uzun Oval	Sarı	21.10	14.60
Onaran 2015		Geçci	Oval	Sarı	18.8-20.1	12.7-13.9
Agria		Geçci	Uzun Oval	Sarı	19.80	13.70

Birinci boğaz doldurmadan 15 gün sonra bitkilerin gelişme dönemleri izlenerek (bitkiler 20-25 cm) ikinci üst gübre olarak dekara 4 kg saf azot hesabıyla CAN (%26) gübresi uygulanmış ve hemen ardından ikinci boğaz doldurma işlemi yapılmıştır. Haziran ayında onbeş gün ara ile 2 kez 500 gr da⁻¹ saf potasyum hesabıyla sıvı potasyum nitrat (13-0-43 N-P-K) yaprak gübresi pülverizatörle verilmiştir.

Dikimden sonra Mart (46.30 mm) Nisan (85.40 mm) ve Haziran (182.30 mm) aylarında düşen yağış miktarının yeterli olması nedeniyle sulama yapılmamış, Mayıs (50.50 mm) ayı sonunda sadece 1 kez su verilmiştir. Dikimden hemen sonra yabancı ot kontrolü için %24 Flufenacet + %17,5 Metribuzin aktif maddeli, 200 g da⁻¹ hesabıyla yabancı ot ilacı uygulanmıştır. Mildiyö ve patates böceğine karşı 16.05.2019, 03.06.2019 ve 15.06.2019 tarihlerinde ilaçlama yapılmıştır. Patates böceğine (*Leptinotarsa decemlineata*) karşı 200 g lt da⁻¹ Cypermethrin, mildiyöye (*Phytophthora infestans*) karşı 300 g 100 lt⁻¹ Maneb (%80), 250 g da⁻¹ Mancozeb (%64) ve Metalaxyl (%8) ilaçları uygulanmıştır. Hasat, çeşitlerin olgunluk durumlarına göre 06.07.2019-28.07.2019 tarihleri arasında tamamlanmıştır.

Araştırmada, bitki boyu, ana sap sayısı, yumru sayısı, bitki başına yumru verimi, pazarlanabilir yumru oranı, tek yumru ağırlığı ve hektara verim ile kuru madde ve nişasta oranları Öner ve Aytaç (2016)'a göre belirlenmiştir.

Elde edilen veriler MSTAT-C istatistik paket programı kullanılarak, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, önem düzeyleri F testi, ortalama değerler arasındaki karşılaştırmalar DUNCAN testi ile ölçülmüştür (Gülümser ve ark., 2006).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Verilerin varyans analizleri sonucunda patates çeşitleri arasında bitki boyu, ana sap sayısı, yumru sayısı, hektara verimi, kuru madde ve nişasta oranı ($p < 0.01$), tek yumru ağırlığı ortalamaları bakımından istatistiki anlamda önemli ($p < 0.05$) farklılıklar bulunmuş, pazarlanabilir yumru oranı ve bitkide yumru verimi bakımından istatistiki farklılık ($p > 0.05$) görülmemiştir.

Bitki Boyu

Patates çeşitlerinin bitki boyu ortalamaları 48.20-99.40 cm arasında değişmiştir. En uzun bitki boyu Maraton çeşidinde, en kısa Nahita çeşidinde ölçülmüştür. Bitki boyu ortalaması 76.88 cm belirlenmiştir. En yüksek bitki boyu aynı istatistik harf grubunda yer alan orta erkenci Maraton, Soylu, Kutup, Yankı, Nam, Sultan Nur, Volkan, Alegria, erkenci Yediveren, geçici Doruk, Kaya, Bahar, Agria ve Onaran 2015 çeşitlerinde, en düşük orta erkenci Nahita çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Patates çeşitlerinde bitki boyu (cm) ve ana sap sayısı (adet bitki⁻¹) ortalamaları.

Table 2. The mean of plant height (cm) and main stem number (plant⁻¹) in potato varieties.

Olgunlaşma grubu	Çeşitler	Bitki boyu**	Ana sap sayısı**
Erkenci	Yediveren	87.55 a-g	7.23 a
	Yaldiz	69.75 b-i	6.63 a-c
	Marabel	62.03 e-i	6.45 a-c
Orta Erkenci	Volkan	76.83 a-i	6.70 ab
	Yankı	89.20 a-f	5.95 a-d
	Yaprak	64.10 d-i	5.65 a-d
	Maden	64.43 c-i	5.10 a-d
	Maraton	99.40 a	5.00 a-d
	Soylu	93.75 a-c	3.83 cd
	Kutup	91.25 a-e	4.55 a-d
	Nam	86.13 a-h	5.45 a-d
	Leventbey	67.78 c-i	4.40 b-d
	Sultan Nur	82.55 a-h	3.40 d
	Nahita	48.20 i	3.90 b-d
	Muratbey	69.18 b-i	4.28 b-d
	Alegria	74.10 a-i	5.50 a-d
	Orchestra	61.35 f-i	4.55 a-d
Borwina	57.48 h-i	5.63 a-d	
Geçici	Kaya	93.13 a-d	5.88 a-d
	Doruk	97.88 ab	6.60 a-c
	Ayaz	59.08 g-i	6.35 a-c
	Bahar	91.85 a-d	4.60 a-d
	Onaran 2015	70.20 a-i	3.45 d
	Agria	88.25 a-g	4.40 b-d
Ortalama		76.88	5.23
CV		17.22	23.84
Duncan		24.80	2.33

** Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli fark yoktur.

Bitki boyu genetik yapıya bağlı bir çeşit özelliği olmakla birlikte, yetiştirme süresi (Karakuş ve ark., 2011), ışıklandırma periyodu, sıcaklık, sulama, bakım işlemleri, dikim zamanı gibi birçok faktörle doğrudan ilişkilidir. Samsun iklim koşullarında daha önceki yıllarda ticari patates çeşitleri ile yapılan çalışmalarda bitki boyu ortalaması 45.5-64.2 cm (Taşkıran ve Esendal, 1988) ile 31-76 cm (Arslan ve Kevseroğlu, 1991) arasında değişmiştir. Öner (2012), Samsun ili Bafra ve Çarşamba ilçelerinde yaptığı çalışmada, Marfona çeşidinde bitki boyu ortalamasını birinci yıl 57.16 cm, Marabel çeşidinde ise 44.01 cm, ikinci yıl ise aynı çeşitlerde sırasıyla 31.48 cm ve 32.81 cm olduğunu bildirmiştir. Kaplan (2018) yaptığı çalışmada yabancı orijinli çeşitlerin bitki boyunun 31-78 cm arasında değiştiğini, Yalçın ve Tunçtürk (2018) Agria çeşidinde 65.1 cm, Marabel çeşidinde 53.8 cm, Çelik (2019) Agria çeşidinde 84.83 cm, Alegria çeşidinde 58.73 cm, Marabel çeşidinde 41.80 cm, Çakır (2019) Agria çeşidinde 75.3 cm, Alegria çeşidinde 62.9 cm, Atasever (2019) Agria çeşidinde 73.3 cm, Alegria çeşidinde 66.8 cm olarak belirlemişlerdir. Bu araştırmadan elde edilen bitki boyu değerleri (48.20-99.40 cm) diğer araştırmacıların verilerinde olduğu gibi, çeşitlerin genetik özelliğine ve çevre koşullarının farklılığına bağlı olarak değişkenlik göstermiştir.

Ana Sap Sayısı

Araştırmada 24 patates çeşidi arasında ana sap sayısı 3.40-7.23 adet bitki⁻¹ arasında değişmiş olup, ortalaması 5.23 adet bitki⁻¹ belirlenmiştir. Orta erkenci olum grubunda Volkan, Yankı, Yaprak, Maden, Maraton, Kutup, Alegria, Orchestra, Borwina, erkenci olum grubunda Yediveren, Yaldız, Marabel, geçici olum grubunda

Kaya, Doruk, Ayaz, Bahar patates çeşitleri en fazla, orta erkenci olum grubunda Leventbey ve geçici olum grubunda Onaran 2015 çeşitleri en az ana sap oluşturan çeşitler olmuştur (Çizelge 2).

Patateste ana sap sayısı, dekara yumru verimini etkileyen kantitatif bir özellik olup, çeşidin genetik özelliğinden ve tohumluk yumru iriliğinden etkilenmektedir (Namugga ve ark., 2018). Ancak, çeşitler bu genetik özelliği olumlu çevre koşullarında gerçekleştirebilmekte, olumsuz çevre koşullarından etkilenme durumu ise çeşitlere göre farklılık göstermektedir (Kara, 2016). Çeşitler, bitki boyu, ana dal sayısı ve yumru verimi bakımından önemli farklılıklar gösterebilir (Namugga ve ark., 2018).

Bafra ve Çarşamba lokasyonlarında, Öner ve Aytaç (2016), Marfona ve Marabel çeşitleri ile yaptıkları denemede ortalama ana sap sayısının 3.47-7.37 adet bitki⁻¹ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar iki yıllık deneme sonucuna göre yıl sırasıyla Marabel çeşidinde 3.67-7.37 adet bitki⁻¹, Marfona çeşidinde ise 3.47-6.99 adet bitki⁻¹ arasında ana sap sayısı belirlemişler, tüm kültürel işlemler aynı olmasına rağmen ana sap sayısındaki değişkenliğin yıllar arasındaki iklim farklılıklarından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada kullanılan tohumluk yumru irilikleri ortalama 60-80 gr ağırlığında olacak şekilde homojen seçilmiştir. Dolayısıyla denemede yer alan 24 patates çeşidi arasındaki ana sap sayısı değişkenliğinin çeşitlerin olgunluk gruplarına bağlı olmaksızın genetik özelliklerinin farklı oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 2).

Yumru Sayısı

Patates çeşitlerinin yumru sayısı, 11.0-20.4 adet bitki⁻¹ arasında değişmiş, çeşitlerin yumru sayısı ortalaması ise 14.48 adet bitki⁻¹ belirlenmiştir. Orta erkenci olum grubunda Yaprak, Soylu, Volkan, Maraton, Yankı, erkenci olum grubunda Marabel, geçici olum grubunda Ayaz, Onaran 2015, Kaya patates çeşitleri en fazla yumru sayısına sahip çeşitler olmuş, aynı istatistikî grupta yer almışlardır. Orta erkenci olum grubunda Leventbey ve Muratbey patates çeşitleri ise en az yumru sayısına sahip çeşitler olmuştur (Çizelge 3).

Yumru sayısı ve iriliği toplam verim üzerine etkili olan en önemli faktördür ve çeşidin genetik yapısı, çevresel faktörler (sıcaklık, toprak yapısı, rakım gibi) ile bunların karşılıklı etkileşimlerinden, tohumluk yumrunun yapısı ve kalitesi, uygulanan kültürel işlemler ile bakım işlemlerinden çok etkilenir (Zheng ve ark., 2018).

Cerit, (2010), yumru sayısının artması ile bitki başına veriminin yükseleceğinden, dolayısıyla dekara verimin artacağından bahsetmektedir. Aliche ve ark. (2019), patateste bir çeşidin oluşturabileceği yumru sayısının sınırlı olup, bu sayının uygulanan kültürel yöntemlerle fazla değişmediğini, ancak ekolojik koşullara göre çeşitlerin reaksiyonlarının farklılık gösterdiğini, bitki başına yumru sayısının çeşitlerin genotipik özelliklerine bağlı olmakla birlikte, kullanılan tohumluğun kalitesi ve iriliği ile toprak ve iklim özelliklerinden etkilendiğini bildirmiştir.

Yılmaz ve Dede (2015) Ordu İli Aybastı, Korgan ve Kabataş İlçelerinde 33 patates genotipi ile yaptıkları çalışmada yumru sayısının 8.2-21.6 adet bitki⁻¹, Kahraman ve ark. (2017) Ankara ekolojik koşullarında 16.7-20.4 adet bitki⁻¹, Kaplan (2018) Siirt koşullarında 3.75-19.95 adet bitki⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, kültürel işlemler ve yetiştirme koşulları eşit olmasına rağmen çeşitler arasında yumru sayısı, literatürde belirlenen sınırlar içerisinde olmakla beraber Zheng ve ark. (2018) ve Aliche ve ark. (2019)' in belirttiği gibi ekolojik farklılıklardan etkilenmiştir.

Pazarlanabilir Yumru Oranı

Denemeye alınan patates çeşitleri arasında, 41g ve üzerinde ağırlığa sahip yumrular pazarlanabilir yumru oranı olarak belirlenmiştir. Çalışmada çeşitler arasında pazarlanabilir yumru oranı ortalaması %61 ölçülmüş, ortalama değerler %53-70 arasında değişmiştir. Çeşidin genetik özelliğine bağlı olarak Yaprak, Soylu, Volkan, Orchestra, Onaran 2015 çeşitleri çok sayıda küçük yumru, Yediveren, Bahar, Kaya, Maden ve Alegria çeşitleri az sayıda daha iri yumrular oluşturmuştur (Çizelge 3). Pazarlanabilir yumru oranı, çeşidin yüksek verimli olması ile birlikte, yumruların pazar değeri ve kullanım alanı açısından da önemlidir. Örneğin dilim cipslik patateslerin daha küçük olması istenirken, parmak patateslerin üretimi için daha büyük ve uzun yumrular tercih edilir. Dolayısıyla kullanım amacına bağlı olarak, toplam verim içerisinde pazarlanabilir yumru oranının yüksek olması istenen bir durumdur (Dede, 2004). Araştırmamızda, pazarlanabilir yumru oranı bakımından sanayilik çeşitlerden Kutup, Alegria, Bahar, Kaya, yemeklik-sanayilik çeşitlerden Agria, yemeklik çeşitlerden Yıldız, Yediveren, Marabel, Yankı ve Nahita ortalamanın üzerinde, diğer tüm çeşitler ortalamanın altında yer almıştır (Çizelge 1-3).

Kavalcı (2019) Karadeniz iklim koşullarında (Ordu ili) patates çeşitlerinin dekara yumru veriminin 3476.79-6226.43 kg, pazarlanabilir yumru veriminin 1866.62-4212.53 kg da⁻¹ arasında değiştiğini belirlemiş, toplam yumru içerisinde büyük yumru oranını %19.34-40.47, orta yumru oranını %31.66-48.91, küçük yumru oranını %27.9-48.99 belirlemiştir. Araştırmacı pazarlanabilir yumru oranının çeşitlerin genetik yapısı ile ilgili olmakla birlikte potasyumlu gübre uygulamalarından olumlu etkilendiğini bildirmiştir.

Çizelge 3. Patates çeşitlerinin yumru sayısı (adet bitki⁻¹), pazarlanabilir yumru oranı (%), tek yumru ağırlığı (g adet⁻¹), yumru verimi (g bitki⁻¹) ve hektara verim (t) ortalamaları.

Table 3. The mean of number of tubers (per plant⁻¹), marketable tuber ratio (%), single tuber weight (g per⁻¹), tuber yield (g plant⁻¹) and yield per hectare (t) of potato varieties.

Olum grubu	Çeşitler	Yumru sayısı**	Pazarlanabilir yumru oranı	Tek yumru ağırlığı*	Yumru verimi	Hektara verim**
Erkenci	Yaldiz	13.9 b-f	63	72.94 a-e	1006	46.09 ab
	Yediveren	13.5 b-f	69	81.86 a	1102	46.07 ab
	Marabel	16.8 a-e	65	64.99 a-f	1081	41.41 a-c
Orta Erkenci	Yaprak	20.40 a	53	48.05 f	978	39.80 a-c
	Soylu	18.6 ab	55	53.08 d-f	1001	41.57 a-c
	Volkan	18.0 a-c	56	55.94 c-f	984	42.08 a-c
	Maraton	15.7 a-f	58	61.90 a-f	980	38.18 a-c
	Yanki	15.3 a-f	68	73.64 a-e	1102	55.57 a ¹
	Maden	14.4 b-f	67	77.89 a-c	1115	43.33 a-c
	Sultan Nur	13.6 b-f	60	61.56 a-f	837	35.71 a-c
	Nam	12.5 d-f	57	69.26 a-f	863	28.49 bc
	Kutup	12.5 d-f	65	69.69 a-f	880	35.25 a-c
	Nahita	12.2 ef	62	65.28 a-f	762	20.72 c
	Leventbey	11.1 f	58	65.88 a-f	727	27.11 bc
	Muratbey	11.0 f	59	65.94 a-f	738	22.96 bc
	Borwina	13.9 b-f	59	59.37 b-f	822	39.96 a-c
	Alegria	13.7 b-f	67	74.85 a-d	1032	40.77 a-c
	Orchestra	12.4 d-f	56	69.46 a-f	899	39.57 a-c
	Ayaz	17.7 a-d	57	52.09 ef	909	36.90 a-c
	Onaran 2015	16.3 a-f	53	52.36 ef	851	23.81 bc
Geççi	Kaya	15.5 a-f	67	67.10 a-f	1035	35.58 a-c
	Doruk	14.2 b-f	57	57.16 c-f	801	32.73 a-c
	Bahar	12.9 c-f	70	79.84 ab	996	39.76 a-c
	Agria	11.8 ef	64	72.96 a-e	857	30.10 b
Ortalama		14.48	61	65.50	931	36.77
CV		16.60		19.84		29.37
Duncan		4.50		18.33		20.23

** Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli fark yoktur.

* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli fark yoktur.

Araştırmamızda tüm parsellere aynı kültürel uygulamalar yapılmıştır. Dolayısıyla aradaki farklılıkların çeşitlerin olum gruplarına bağlı olmaksızın kendi genetik potansiyellerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tek Yumru Ağırlığı

Araştırmada çeşitler arasında tek yumru ağırlığı ortalamaları 48.05-81.86 g arasında değişmiş, tek yumru ağırlığı ortalaması 65.50 g belirlenmiştir. Tek yumru ağırlığı bakımından orta erkenci olum grubunda Yaprak, Soylu, Volkan, Maraton, Yanki, Maden, Sultan Nur, Kutup, Borwina, Alegria, Orchestra, erkenci olum grubunda Yaldiz, Yediveren, Marabel, geççi olum grubunda Kaya, Bahar, Agria patates çeşitleri yüksek, orta erkenci olum grubunda Yaprak patates çeşidi düşük bulunmuştur (Çizelge 3).

Samsun ekolojik koşullarında daha önce yapılan çalışmalarda tek yumru ağırlığını Aytaç ve Esendal (1996) 42.69-85.10 g arasında belirlemiştir. Çelik (2019) bazı patates çeşitlerinin Ağrı-Eleşkirt şartlarında tek yumru ağırlığını 27.33-76.67 g arasında ölçmüştür. Araştırmamızdan elde edilen tek yumru ağırlığına ait veriler (48.05-81.86 g) çeşit ve çevre koşullarına bağlı değişimle birlikte literatürle uyumlu bulunmuştur.

Bitki Başına Yumru Verimi

Bitki başına yumru verimi kantitatif bir özelliktir (Merga ve Dechassa, 2019). Çeşitlerin genetik yapılarına, iklim ve toprak şartlarına, dikim zamanına, kullanılan girdi miktarına ve kalitesine, agronomik uygulamalara bağlı olarak değişmektedir (Pehlivan ve ark., 2006). Bu araştırmada patates çeşitlerinin bitki başına yumru verimleri arasında istatistiki anlamda bir farklılık görülmemiş, bitki başına yumru verimi 727-1115 g bitki⁻¹ arasında değişmiştir. Yumru verimi en fazla Maden çeşidinde, en az Leventbey çeşidinde ölçülmüştür. Denemede yumru verimi ortalaması 931 g bitki⁻¹ belirlenmiştir.

Türkiye’de farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda, bitki başına yumru verimi 533-1.171 kg bitki⁻¹ arasında değişmiştir (Şanlı ve Karadoğan, 2012; Kaplan, 2018; Kavalcı, 2018). Araştırmada elde edilen yumru verimi değerleri daha önce yapılan çalışmalarda belirlenen verilerle benzer sınırlar içerisinde bulunmuştur. Zelelew ve ark. (2016) geçici olgunluk grubunda olan çeşitlerin, uzun süre ışıklandırma ve fotosentezden yararlanma olanağı bulmaları sebebiyle, bitki başına yumru verimlerinin daha yüksek olmasının beklendiğini bildirmiştir. Fakat, araştırmamızda bitki başına yumru verimi olum grubu farklılıklarından etkilenmemiştir (Çizelge 3).

Hektara Verim

Denemeye alınan 24 patates çeşidinin verim ortalaması 20.72-55.57 t ha⁻¹ arasında değişmiş, çeşitlerin genel verim ortalaması 36.77 t ha⁻¹ belirlenmiştir. Orta erkenci olum grubunda Yaprak, Soylu, Volkan, Maraton, Yankı, Maden, Sultan Nur, Kutup, Borwina, Alegria, Orchestra, erkenci olum grubunda Yıldız, Yediveren, Marabel, geçici olum grubunda Ayaz, Kaya, Doruk ve Bahar patates çeşitleri hektara verim açısından yüksek, orta erkenci olum grubunda Nahita patates çeşidi ise en düşük verim veren çeşit olmuştur (Çizelge 3).

Patates yumru verimi, dikimde kullanılan tohumluk yumru iriliğinden (Öztürk ve Polat, 2017) başlamak üzere dikim zamanı, uygulanan kültürel işlemler (Patil ve ark., 2018), doğru ve zamanında boğaz doldurmanın yapılması, dengeli bitki besleme ve su ihtiyacının karşılanması gibi faktörlere bağlı olarak artmakta ya da azalmaktadır (Karaca ve Aytaç, 2006). Çeşidin genetik özelliğinden ve çevre koşullarından etkilenen yumru verimi (Namugga ve ark., 2018), tek yumru ağırlığı, yumru sayısı ve bitki başına yumru verimi ile de birebir ilişkilidir (Aliche ve ark., 2019). Aytaç ve Esendal (1996) Samsun ekolojik koşullarında 13 patates çeşidi arasında yumru verimini 906.20-2841.60 kg da⁻¹, Taşkiran ve Esendal (1988) yine Samsun koşullarında 837.3-2003.9 kg da⁻¹, Arslan ve Kevseroğlu (1991) Samsun-Bafra ekolojik koşullarında 1.507-3.144 kg da⁻¹, Şanlı ve Karadoğan (2012) Isparta ekolojik koşullarında 1.707-5.901 kg da⁻¹ belirlemiştirler. Zelelew ve ark. (2016) patatesteki yumru verimini 49.38 t ha⁻¹, Bilate ve Muluaem (2016) 16 patates çeşidi arasında 17.37 -56.85 t ha⁻¹, Patil ve ark. (2018) Hindistan koşullarında 28.27 t ha⁻¹, Ahmed ve ark. (2017) Bangladeş’te 42.12 t ha⁻¹ ölçmüştür.

Literatür verileri incelendiğinde, yumru verim değerlerinin çeşitlerin potansiyeline ve bölgelere göre geniş aralıklarda değiştiği görülmektedir. Bu araştırmadan elde edilen hektara yumru verimi (20.72-55.57 t ha⁻¹) olum gruplarına bağlı olmaksızın çeşitler arasında değişkenlik göstermiştir. Fakat, Samsun ekolojik koşulları içerisinde bölgenin vejetasyon döneminin kısıllığı dikkate alındığında, genel bir ifade ile her ne kadar çeşitlerin çoğu benzer istatistikî harf grubunda yer alsada, erkenci çeşitlerin diğer olum gruplarına göre birbirine daha yakın ve stabil verim değerleri verdiği görülmüştür (Çizelge 3). 2018 yılı verilerine göre, Türkiye’de patatesteki verim ortalaması 33.48 t ha⁻¹, Samsun ilinde ise 21.85 t ha⁻¹ olmuştur (Anonim, 2020). En fazla dikim alanına sahip Niğde ilinde verim ortalaması 36.07 ton ha⁻¹ bildirilmiştir (Çalışkan ve ark., 2020). Karadeniz bölgesinin ılıman iklim koşullarında yerli patates çeşitlerinden erkenci Yıldız ve Yediveren, orta erkenci Yaprak, Soylu, Volkan, Maraton, Yankı, Maden patates çeşitleri, geçici Ayaz ve Bahar patates çeşitleri Türkiye ve Niğde ortalamasının üzerinde verim vermiştir. Bu sonuç Karadeniz bölgesi gibi ılıman iklim koşullarında patates üretimi için umut vericidir.

Kuru Madde Oranı

Patates çeşitleri arasında kuru madde oranları %15.30-25.10 arasında değişmiştir. En yüksek kuru madde oranı Kutup (%25.10) ve Doruk (%24.40) patates çeşitlerinde belirlenirken, en düşük kuru madde oranı Nam (%15.30) ve Onaran 2015 (%16.00) çeşitlerinde ölçülmüştür. Kuru madde oranı ortalaması %19.80 belirlenmiştir (Çizelge 4).

Samsun iklim koşullarına benzer, Ordu ekolojik koşullarında 33 patates genotipi ile yapılan araştırmada kuru madde oranı %14.3- 24.0 arasında değişmiştir (Yılmaz ve Dede, 2015). Araştırmamızda yer alan çeşitler arasında Kutup yerli patates çeşidi dışındaki tüm çeşitler kuru madde bakımından bölgede yapılan önceki çalışmaların (Kavalcı, 2019; Öner ve Aytaç, 2016) bulgularıyla benzer bulunmuştur.

Patates üreticilerinin maksimum patates verimine ulaşabilmesi için kuru madde oranının yüksek olması temel bir hedeftir (Zhou ve ark., 2017). Toplam kuru madde içeriği çeşidin genetik yapısına, çevre faktörlerine, uygulanan kültürel işlemlere, hasat olgunluğuna göre değişmektedir (Öner, 2012). Kuru madde oranının yüksek olması, depo kayıplarını azaltabileceği gibi işlenmiş ürün randımanının yüksek olmasını sağlamaktadır (Zhou ve ark., 2017). Sonuçları bu bilgiler ışığında değerlendirildiğinde Samsun iklim koşullarında Kutup ve Doruk yerli patates çeşitlerinin en yüksek kuru maddeye sahip olduğu, bunları Volkan, Kaya, Ayaz, Bahar ve Alegria patates çeşitlerinin izlediği, genel bir ifade ile erkenci çeşitlerin kuru madde bakımından bu sıralamanın gerisinde kaldığı görülmüştür. Geçici olum grubunda yer alan patates çeşitlerinin güneş ışığından daha fazla yararlanma süresini nedeniyle kuru madde birikiminin artması beklenen bir durum olmakla birlikte, geçici olum grubunda yer alan

Onaran 2015 ve Agria çeşitleri Samsun ılıman ekolojik koşulları için bu fikrimizi doğrulamamıştır. Fakat tohumluk tescil ve sertifikasyon merkezi çeşit listesinde belirtilen çeşit özellikleri incelendiğinde (Çizelge 1), Kutup yerli patates çeşidinin listede belirtilen orandan yüksek olduğu, diğer çeşitlerin bu sınırlar içerisinde kaldığı görülmüştür.

Çizelge 4. Patates çeşitlerinin kuru madde (%) ve nişasta oranı (%) ortalamaları.

Table 4. The mean of dry matter (%) and starch ratio (%) of potato varieties.

Olum grubu	Çeşitler	Kuru madde**	Nişasta **
Erkenci	Yaldiz	20.50 de	14.30 g
	Yediveren	18.80 fg	12.70 ij
	Marabel	19.00 fg	12.90 h-j
Orta Erkenci	Kutup	25.10 a	18.30 a
	Volkan	22.80 b	16.30 cd
	Maden	21.00 cd	14.70 f
	Sultan Nur	20.40 de	14.20 g
	Yaprak	19.40 ef	13.20 h
	Yanki	19.10 fg	13.00 hı
	Muratbey	18.80 fg	12.80 ij
	Nahita	18.60 f-h	12.60 j
	Soylu	18.00 g-ı	12.10 k
	Leventbey	17.20 ij	11.30 lm
	Maraton	17.00 ı-k	11.10 mn
	Nam	15.30 l	9.60 p
	Alegria	22.00 bc	15.60 e
	Borwina	17.50 h-j	11.60 l
Orchestra	16.80 jk	10.90 n	
Geçci	Doruk	22.40 a ¹	17.80 b
	Kaya	22.90 b	16.40 c
	Ayaz	22.70 b	16.30 cd
	Bahar	22.40 b	16.00 d
	Onaran 2015	16.00 kl	10.20 o
	Agria	19.40 ef	13.20 h
Ortalama		19.80	13.63
CV		2.95	1.26
Duncan		1.094	0.319

** . Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli fark yoktur.

Nişasta Oranı

Patates çeşitlerinin nişasta oranı %9.60-18.30 arasında değişmiştir. En yüksek nişasta oranı Kutup, en az Nam patates çeşidinde ölçülmüştür. Patateste nişasta içeriği %12'ye kadar olan çeşitler yemeklik, %13-15 arası olanlar yemeklik/nişastalık, %16-19 arasında olan çeşitler nişastalık, %20'den fazla olanlar ise pürelilik olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2020a). Bu tanımlamaya göre, bölgemiz ılıman iklim koşullarında erkenci Yediveren (%12.70) ve Marabel (%12.90) patates çeşitlerinin yemeklik, Yaldız (%14.30) çeşidinin ise yemeklik/nişastalık grupta, orta erkenci Kutup (%18.30) ve Volkan (%16.30) çeşitlerinin nişastalık, Maden (%14.70), Sultan Nur (%14.20), Yaprak (%13.20), Yankı (%13.00) ve Alegria (%15.60) patates çeşitlerinin yemeklik/nişastalık, diğer tüm çeşitlerin yemeklik, geçci Onaran 2015 (%10.20) patates çeşidinin yemeklik, Agria (%13.20) çeşidinin yemeklik/nişastalık olarak tüketilebileceği görülmüştür.

Yalçın ve Tunçtürk (2018), Bitlis-Ahlat koşullarında yaptıkları çalışmada nişasta oranlarını %10,5-15.9 arasında ölçmüşlerdir. Marabel çeşidinde %12.0, Agria çeşidinde %13.20 nişasta oranı belirleyen araştırmacılar, nişasta oranının çeşit özelliklerine, kültürel işlemlere ve çevre faktörlerine göre değiştiğini bildirmişlerdir. Atasever (2019), Tokat-Artova koşullarında patates çeşitleri arasında nişasta oranlarını %9.5-15.27 arasında, Alegria çeşidinde %12.90, Agria çeşidinde %11.90, Yılmaz ve Dede (2015), Ordu koşullarında %9.0-18.2 arasında belirlemiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, çeşitlerin bazıları için materyal yöntemde belirtilen nişasta oranları (Çizelge 1) ve literatürle uyumlu bulunmuştur. Çeşitler arasında Agria çeşidi hem kuru madde hem nişasta oranı bakımından Çizelge 1'de verilen değerlerle çok yakın bulunmuş, bu değerlerden en fazla sapmayı

Kutup ve Doruk yerli patates çeşitleri göstermiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 4). Bu durum çeşitlerin nişasta oranı bakımından iklim koşullarından daha fazla etkilendiği düşüncesini ortaya çıkarmıştır.

SONUÇ

Samsun ılıman iklim koşullarında bazı patates çeşitlerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, Türkiye’de ıslah edilmiş 19 yerli, 5 yabancı orijinli toplam 24 patates çeşidi ile yürütülen araştırmada, tek yumru ağırlığı, bitki başına yumru verimi, hektara yumru verimi ve pazarlanabilir yumru oranı bakımından, yerli çeşitlerden erkenci olum grubunda Yediveren, Yıldız, orta erkenci olum grubunda Yankı, Maden ve geçici olum grubunda Bahar patates çeşitlerinin bölgemizde diğer çeşitlere göre daha iyi gelişim gösterdiği ve yumru verimi verdiği belirlenmiştir. Kuru madde oranları, orta erkenci olum grubunda Kutup, Volkan, geçici olum grubunda Doruk, Kaya, Ayaz ve Bahar çeşitlerinde yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, Samsun gibi ılıman iklim koşullarına sahip bölgeler için Yediveren, Yıldız, Yankı, Maden, Kutup, Volkan, Bahar, Doruk, Kaya ve Ayaz yerli patates çeşitlerinin verim bakımından diğer çeşitlere nazaran patates üretiminde öncelikli olarak değerlendirilebileceği, ancak yıldan yıla değişen iklim koşulları nedeniyle tek yıllık verilerin çeşit önerisi için yeterli olamayacağı, elde edilen veriler dikkate alınarak bu ve benzer çalışmaların, benzer ekolojik koşullarda yer ve yıl lokasyonlarının artırılarak devam ettirilmesinin yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Melek Özdemir bu yüksek lisans çalışmasını Şahane Funda Arslanoğlu danışmanlığında yürütmüştür. Verilerin istatistiksel analizi, makalenin yöntemi, konu tasarımı ve yazımı danışman tarafından planlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Patates tohumluklarının temini ile kuru madde ve nişasta analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Tarım Orman Bakanlığı Niğde Patates Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’ne, yine tohumluk desteğinde bulunan Doğa Toh. Hay. Paz. İth. İhr. San. ve Tic. Ltd. Şti, Yüksel Tohumculuk ve İnan-Meijer Tohumculuk ve Tic. Ltd. Şti. yetkililerine, Arazi çalışmalarımızda yardımcı olan Yüksek Lisans öğrencisi Ziraat Mühendisi Soner Sert’e destek ve yardımları için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aliche, B. E., Oortwijn, M., Theeuwens, P. J. M. T., Bachem, W. B. C., Eck, J. Van H., Visser, G. F. R., & Linden, C. Van der G. (2019). Genetic mapping of tuber size distribution and marketable tuber yield under drought stress in potatoes. *Euphytica*, 215, 186.
- Ahmed, B., Sultana, M., Chowdbury, M. A. N., Akhter, S., & Alam, M. J. (2017). Growth and Yield Performance of Potato Varieties Under Different Planting Dates. *Banladesh Agran Journal*, 20(1), 25-29.
- Anonim. 2020. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), www.tuik.gov.tr, Erişim tarihi: 15 Ağustos 2020.
- Anonim. 2020a. Tohumluk Tescil Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü (TTSM). <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM> Erişim tarihi: 19 Ağustos 2020.
- Arslan, B., & Kevseroğlu, K. (1991). *Bitki sıklığının bazı patates (Solanum tuberosum L.) çeşitlerinin verimi ve önemli özelliklerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (3), 89-111.
- Atasever, M. M. (2019). *Bazı ümitvar patates (Solanum tuberosum L.) klonları ve tescilli çeşitlerin yüksek rakımlı şartlardaki performanslarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Aytaç, S., & Esenal, E. (1996). Samsun yöresinde yetiştirilen değişik olumlu bazı patates çeşitlerinde verim ve verim özellikleri üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11, 197-208.
- Bilate, B., & Muluaem, T. (2016). Performance evaluation of released and farmers potato (*Solanum tuberosum* L) varieties in eastern Ethiopia. *Sly Journal of Agricultural Research*, 52(2), 034-041.

- Cerit, C. S. (2010). *Turfanda patates (Solanum tuberosum L.) yetiştiriciliğinde bazı çeşitlerin verim ve verim unsurlarının saptanması*. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Çalışkan, M. E., Çalışkan, S., Demirel, U., Aksoy, E., & Arıoğlu, H. H. (2020). *Nişasta ve şeker bitkileri üretiminde mevcut durum ve gelecek*. Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi, Ankara.
- Çakır, K. (2019). *Bazı ümitvar patates klonların ve ticari tescilli çeşitlerin erken vejetasyon döneminde performanslarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Çelik, F. (2019). *Bazı patates çeşitlerinin Ağrı-Eleşkirt şartlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Dede, Ö. (2004). *Ordu ekolojik koşullarında değişik olumlu patates çeşitlerinin (Solanum tuberosum L.) bazı agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(3-4), 159-164.
- Gülümser, A., Bozoğlu, H., & Peksen, E. (2006). *Araştırma ve Deneme Metotları*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No: 48, Samsun.
- İmren, M., (2018). *Determination of plant parasitic nematodes in potato growing areas in Bolu province*. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 4(2), 187-192.
- Kahraman, Y., Bayraktar, N., Koçak, N., & Özgen, Y. (2017). *Ankara koşullarında patates (Solanum tuberosum L.) çeşitlerinin verim ve bazı tarımsal özellikleri üzerine etkisi*. 12. Tarla Bitkileri Kongresi, Kahramanmaraş.
- Kara, K. (2016). *Bazı patates çeşitlerinin erzurum şartlarında performanslarının belirlenmesi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 47(2), 95-99.
- Karaca, E., & Aytaç, S. (2006). *Ordu yöresinden toplanan değişik menşeli patateslerin bazı fenolojik, morfolojik, agronomik ve teknolojik özellikleri üzerine bir araştırma*. IV. Ulusal Patates Kongresi Bildiriler Kitabı, Niğde.
- Karakuş, M., Hatipoğlu, H., Arslan, H., & Rastgeldi, U. (2011). *Şanlıurfa koşullarına uygun bazı patates (Solanum tuberosum L.) çeşitlerinin belirlenmesi*. IX. Tarla Bitkileri Kongresi, Bursa.
- Kaplan, M. (2018). *Siirt ili koşullarında farklı dikim zamanlarının bazı patates (Solanum tuberosum L.) çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine etkisi*. Yüksek lisans tezi, Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt.
- Kavalcı, R. (2019). *Farklı potasyum dozlarının bazı patates (Solanum tuberosum L.) çeşitlerinin verim ve kalite parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Li, Q., & Zhang, S. (2020). *Impacts of recent climate change on potato yields at a provincial scale in northwest China*. Agronomy, 10(3), 426.
- Merga, B., & Dechassa, N. (2019). *Growth and productivity of different potato cultivars*. Journal of Agricultural Science, 11, 528-534.
- Namugga, P., Sibiyi, J., Melis, R., & Barekye, A. (2018). *Phenotypic characterisation of potato (Solanum tuberosum) genotypes in Uganda*. South African Journal of Plant and Soil, 35, 207-214.
- Öner, K. E. (2012). *Turfanda Patates (Solanum tuberosum L.)'te Dikim Zamanları ve Yumru Ön Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi*. Doktora Tezi. Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun.
- Öztürk, E., & Polat, T. (2017). *Tohumluk patates yetiştiriciliği ve önemi*. Alnteri Journal of Agricultural Sciences, 32, 99-104.
- Öner, K. E., & Aytaç, S. (2016). *Bafra koşullarında turfanda patates (Solanum tuberosum L.)'te dikim zamanları ve yumru ön uygulamalarının verim ve verim kriterlerine etkisi*. Ordu Üniversitesi Bilim Teknik Dergisi, 6, 184-194.
- Özdemir, M., Arslanoğlu Ş. F., & Baykal, G. (2018). *Samsun ilinde patates yetiştiriciliğinin durumu üzerine bir araştırma*. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Samtim Dergisi, 60, 17-20.
- Patil, D. D., Pandey, V., Acharya, R. R., & Baria, L. N. (2018). *Effect of intra-seasonal variation in temperature on tuber yield of potato in middle gujarat using substor model*, Journal of Agrometeorology, 20, 22-27.
- Pehlivan, M., Kaya, C., Dizikisa, T., Kumlay, A. M., Tozlu, E., & Okçu, M. (2006). *Bazı patates çeşitlerinin Erzurum- Pasinler ekolojik koşullarına uyumu*. IV. Ulusal Patates Kongresi, Niğde.
- Şanlı, A., & Karadoğan, T. (2012). *Isparta ekolojik koşullarında farklı olgunlaşma grubuna giren bazı patates (Solanum tuberosum L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16, 33-41.
- Taşkıran, A., & Esenda, I. E. (1988). *Farklı dikim zamanı ve değişik azot dozlarının, Samsun'da çiftçi şartlarında, patatesin (Solanum tuberosum L.) yumru verimi ve bazı özelliklerine etkileri üzerinde bir araştırma*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3, 25-45.

- Upadhyay, N., Ghimire Y. N., Acharya, Y., & Sharma, B. (2020). Adoption of improved potato varieties in Nepal. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3, 139-145.
- Yalçın, Ü. & Tunçtürk, M. (2018). Bitlis-Ahlat ekolojik koşullarında bazı patates çeşitlerinin adaptasyon özelliklerinin saptanması. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23, 1-9.
- Yılmaz, Z., & Dede, Ö. (2015). Ordu ilinde yetiştirilen yerel patates (*Solanum tuberosum* L.) genotiplerinin bazı bitkisel ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Wang, C. L., Shen, S. H., Zhang, S. Y., Li, Q. Z., & Ya, Y. B. (2015). Adaptation of potato production to climate change by optimizing sowing date in the Loess Plateau of central Gansu, China. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 398-409.
- Zeleeuw, D. Z., Lal, S., & Kidare, T. T. (2016). Ghebreslasse B.M., Effect of potassium levels on growth and productivity of potato varieties, *American Journal of Plant Sciences*, 7, 12.
- Zheng, H., Wang, Y., Zhao, J., Shi, X., Ma, Z., & Fan, M. (2018). Tuber formation as influenced by the C:N ratio in potato plants. *Plant Nutrition Soil Science Journal*, 181, 686-693.
- Zhou, Z., Plauborg, F., Kristensen, K., & Andersen, N. M. (2017). Dry matter production, radiation interception and radiation use efficiency of potato in response to temperature and nitrogen application regimes. *Agricultural and Forest Meteorology*, 232, 595-605.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)

<http://dergipark.org.tr/ijaws>



Araştırma Makalesi

Tuz Stresinin Börülcede Bazı Fizyolojik Özellikler ve Mineral Madde Oranlarına Etkisi**

Özlem Önal Aşçı^{1*} , Mualla Altun² , Yeliz Kaşko Arıcı³ 

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu

²Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu

³Ordu Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı, Ordu

Geliş tarihi (Received): 21.04.2021

Kabul tarihi (Accepted): 09.06.2021

Anahtar kelimeler:

Börülce, NaCl, fotosentetik pigment, tolerans

Özet. Karagöz ve Ülkem börülce çeşitlerinde farklı tuz stresinin (0, 25, 50,75, 100, 125, 150, 175 ve 200 mM NaCl) bazı stres parametreleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla saksı denemesi olarak yürütülen bu çalışma, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırmada yaprak dokularında prolin, klorofil (a, b ve toplam), karotenoid, fenolik madde miktarı, yaprağın oransal su içeriği ve yaprak dokusunun elektriksel iletkenliği, toprak üstü aksamın Na, Ca, K, P içerikleri ile $K Na^{-1}$ ve $Ca Na^{-1}$ oranı belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid içerikleri üzerine tuz stresi ve çeşitlerin etkisi bulunmazken, incelenen diğer özelliklerin tuz stresinden etkilendiği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda her iki çeşitte de tuz dozu arttıkça prolin sentezinin ve Na birikiminin arttığı, $K Na^{-1}$ oranının azaldığı belirlenmiştir. Araştırmada hücre zarı stabilitesinin Karagöz çeşidinde 125 mM, Ülkem çeşidinde ise 150 mM'dan itibaren bozulduğu belirlenmiştir. $K Na^{-1}$ oranında ilk önemli azalış 25 mM dozunda gerçekleşmiştir.

*Sorumlu yazar

onalozlem@hotmail.com

The Effect of Salt Stress on Some Physiological Properties and Mineral Ratios in Cowpea

Keywords:

Cowpea, NaCl, photosynthetic pigment, tolerance

Abstract. In order to determine the effect of different salt stress (0, 25, 50,75, 100, 125, 150, 175 and 200 mM NaCl) on some stress parameters in cowpea cv. Karagoz and Ulkem, this study, which was conducted as a pot experiment, was established in 4 replications according to the factorial design with randomized plots. In this study, proline, chlorophyll (a, b and total), carotenoid, phenolic content, relative water content and electrical conductivity of leaf, Na, Ca, K, P contents and $K Na^{-1}$ and $Ca Na^{-1}$ ratio of the above ground parts of plants were determined. As a result of the analysis of variance, it was determined that salt stress and varieties had no effect on chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoid contents, while the other traits examined were affected by salt stress. As a result of the research, it was determined that as the salt dose increased in both cultivars, proline synthesis and Na accumulation increased and the $K Na^{-1}$ ratio decreased. In the study, it was determined that cell membrane stability deteriorated from 125 mM in cv. Karagoz and 150mM in cv. Ulkem. The first significant decrease in the $K Na^{-1}$ ratio occurred at the 25 mM.

**Çalışma Farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı börülce (*Vigna unguiculata* L.) çeşitlerinde bitki gelişimine etkisi başlıklı Yüksek Lisans tezinden veriler içermektedir.

GİRİŞ

Börülce taze baklaları sebze, vejetatif aksamı kaba yem, tohumları ise yemeklik tane baklagil veya kesif yem olarak değerlendirilebilen bir bitkidir. TÜİK verileri incelendiğinde, 2020 yılında 13.227 da alanda kuru baklagil, 18.420 da alanda ise sebze olarak yetiştiriciliğinin yapıldığı görülmektedir (Anonim, 2021). Börülce sıcaklığa ve kuraklığa dayanımı iyi olması (Çulha ve Bozoğlu, 2016) nedeniyle gelecek yıllarda ülkemizde öneminin daha da artacağı düşünülen bir bitkidir. Nitekim son yıllarda börülce ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar giderek artmaktadır. Ülkemizde börülcede bir yandan ıslah çalışmaları yapılarak farklı kullanım amaçlarına (sebze, yemeklik tane baklagil ve yemlik) uygun çeşitler geliştirilmekte, bir yandan da farklı ekolojilerde üretimi için agronomik çalışmalar yürütülmektedir.

Ülkemizde bitkisel üretimi sınırlayan faktörlerden birisi olan toprak tuzluluğunun yaklaşık 1.5 milyon ha alanı etkilediği (Çullu ve ark., 2015) bilinmekle birlikte, küresel iklim değişikliğine bağlı olarak Türkiye’de yaşanacak olan muhtemel kuraklık artışı (Özgen ve ark., 2015) devamında tuzluluk sorununun artmasına da neden olacaktır. Hem mevcut alanların daha etkin kullanımı hem de gelecekte doğru üretim planlamalarının yapılabilmesi için farklı tür ve çeşitlerin tuzluluğa tepkilerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Tuz stresinin bitkilerde birçok olumsuz etkileri bulunmakta, bunlardan bir tanesinin klorofilin yapısını değiştirmek (Çulha ve Çakırlar, 2011) iken bir diğeri ise bitkide mineral madde alımını ve dengesini değiştirmektir. Zambı ve Önal Aşçı (2020), bezleye genotiplerinde tuz stresinin bitkilerin klorofil, fosfor, potasyum içeriği ile $K Na^{-1}$ oranını azalttığını, Ca ve Na konsantrasyonu arttırdığını belirlemişlerdir. Kaymak ve Acar (2020) ise tuz stresinin orman üçgülü yapraklarında klorofil a, klorofil b ve karotenoid içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Emirzeoğlu ve Başak (2020), tuz stresinin biber genotiplerinde yaprak oransal su içeriğini azalttığını, yaprak hücrelerinde membran zarı zararlanmasını arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu çalışma Karagöz ve Ülkem börülce çeşitlerinde farklı toprak tuzluluğunun bazı fizyolojik özellikler ve mineral madde konsantrasyonuna etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Çalışma 2015 yılı Temmuz-Eylül döneminde saksı denemesi olarak Ordu Üniversitesi serasında yürütülmüştür. Araştırmada börülcenin (*Vigna unguiculata* L.) Karagöz ve Ülkem çeşitleri kullanılmıştır. Denemede her saksıya 4 mm elekten elenmiş, hava kurusu 2.5 kg tarla toprağı doldurularak bitkiler yetiştirilmiştir. Araştırmada kullanılan toprak kumlu tınlı tekstüre sahip, hafif alkali (pH: 7.91) reaksiyonlu, tuzsuz ($0.18 dS m^{-1}$) ve orta seviyede kireçlidir (%5.3). Toprağın mineral içeriği incelendiğinde ise N içeriğinin çok az (%0.013), P ve K bakımından yetersiz (sırasıyla 7.3 ve 64.6 $mg kg^{-1}$), Fe ve Cu bakımından yeterli olduğu (sırasıyla 15.3 ve 5.7 $mg kg^{-1}$), Mn içeriğinin az ($2.6 mg kg^{-1}$) ve Zn içeriğinin ise yüksek ($7.6 mg kg^{-1}$) olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırma Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş ve çeşitlere 9 farklı tuz konsantrasyonu (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 ve 200 mM NaCl) uygulanmıştır. Çalışmada her saksıya 8 tohum ekilmiş, temel gübreleme amacıyla ekimle birlikte 50 ppm N ($(NH_4)_2SO_4$), 100 ppm P ve 125 ppm K (KH_2PO_4) çözeltisi verilmiştir (Korkmaz, 2015).

Fidelerde 2. gerçek yapraklar çıktığında seyreltme yapılarak her saksıda 4 bitki bırakılmıştır. Bitkilerde 4. gerçek yapraklar görüldüğünde ilk tuz uygulamasına başlanılmış ve tuz şokundan kaçınmak için planlanan tuz dozları 2’ şer gün arayla aşamalı olarak verilmiştir. Deneme süresince saf su ile sulama yapılarak toprağın nem içeriği sabit tutulmuştur. Bitkiler, tuz zararının şiddetli bir şekilde ortaya çıkması göz önüne alınarak, ilk tuz uygulamasından 16 gün sonra hasat edilmiştir. Hasat sırasında 0 ve 25 mM NaCl uygulanan bitkilerin generatif dönemde, diğer dozların uygulandığı bitkilerin ise vejetatif dönemde olduğu gözlenmiştir.

Yaprak dokularında prolin miktarı Bates ve ark. (1973)’nin bildirdiği yöntemle belirlenmiştir. Yaprak dokularının klorofil (klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil) ve karotenoid içerikleri Turan (2012)’nin bildirdiği yöntemle hazırlanan örneklerde Lichtenthaler (1987)’e göre belirlenmiştir. Yaprak dokularının fenolik madde miktarı Beyhan ve ark. (2010)’nin bildirdiği yöntemle göre belirlenmiştir.

Yaprağın oransal su içeriği Kuşvuran (2010)’nin bildirdiği şekilde belirlenmiştir.

Yaprak dokularının elektriksel iletkenliğini (EL) belirlemek için alınan yaprak diskleri 15 ml deiyonize su içeren test tüplerinde 25 °C de 2 saat inkube edilmiş ve çözeltinin elektriksel iletkenliği ölçülmüştür (EC_1), ardından test tüpleri 100 °C de 10 dakika otoklavlanmış, 25 °C ye kadar soğutulmuş ve çözeltinin tekrar elektriksel iletkenliği ölçülmüştür (EC_2) (Hniličková ve ark., 2019).

$$EL (\%) = \frac{EC_1}{EC_2} \times 100 \quad (1)$$

Mineral madde konsantrasyonu toprak üstü aksamda belirlenmiştir. Analizin yapılabilmesi için öncelikle kurutulmuş bitki aksamı öğütülmüştür. Öğütülen bitki örneklerinden alınan 200 mg materyal kül fırınında 550 °C'de yakılmıştır. Yakma işlemi sonrasında geriye kalan kül üzerine 2 ml 1/3'lük HCl asit çözeltisi + 18 ml saf su ilave edilmiştir. Elde edilen karışım filtre kağıdından süzülükten sonra mineral madde analizi için örnekler hazır hale gelmiştir (Akgün, 2015). Örneklerinin Na ve K içeriği Flame metrede, Ca içerikleri Atomik absorpsiyon spektrofotometrede, P içerikleri ise spektrofotometrede belirlenmiştir. K Na⁻¹ ve Ca Na⁻¹ oranı belirlenmiştir.

Verilerin normal dağılım kontrolü Shapiro-Wilk testi, alt grupların varyanslarının homojenlik kontrolü Bartlett's testi ile yapılarak, araştırmada elde edilen verilerden fenolik madde miktarı hariç diğer verilerin varyans analizine uygun oldukları belirlenmiştir. Fenolik madde miktarına ait veriler ise parametrik test varsayımlarını sağlamadığı için ANOVA öncesinde verilere Box-Cox transformasyonu yapılmıştır. Daha sonrasında araştırmada elde edilen tüm veriler Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Desenine göre analiz edilmiştir. Farklı ortalamaların belirlenmesinde Tukey's çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda ve yorumlamalarda %5 önem düzeyi kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar Minitab 17 istatistik paket programı ile yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan varyans analizi sonucunda yaprağın oransal su içeriği (YOS, %) bakımından çeşit × tuz dozu etkisi istatistik olarak önemli ($p < 0.001$) bulunmuştur. Karagöz çeşidinde tuz stresi YOS'ta genellikle azaltıcı etki göstermekle birlikte belirlenen YOS bakımından tuz dozları arasında istatistik olarak farklılık bulunmamıştır. Ülkem çeşidinde ise YOS önce artmış, sonra azalmış bu nedenle en yüksek YOS 75 mM, en düşük YOS ise 200 mM dozunda belirlenmiş ve söz konusu iki doz arasında istatistik olarak önemli farklılık bulunmuştur. Tuz dozu bakımından sadece 75 mM dozunda çeşitler arasında farklılık önemli olurken, diğer dozlarda ise YOS bakımından çeşitler arasında fark yoktur (Çizelge 1). Bilindiği üzere bitkiler tuz stresine maruz kaldıklarında öncelikle topraktan su alımı zorlaşmaktadır (Çulha ve Çakırlar, 2011). Abeer ve ark. (2015), çalışmamızla benzer olarak 200 mM tuz uygulamasının börülcede YOS içeriğini kontrol bitkilerine göre önemli düzeyde azalttığını bildirmişlerdir. YOS bitkilerin su durumunu doğrudan yansıtır ve azalması tuz stresinin bitkilerde su açığının yaşandığını göstermektedir (Rahneshan ve ark., 2018). Çalışmamızda da YOS değerlerinde azalmanın gerçekleşmesi, NaCl stresinin börülce bitkilerinde su alımını azalttığını göstermektedir.

Çizelge 1. Farklı tuz dozlarında börülce yaprağında belirlenen oransal su içeriği (YOS) ve elektriksel iletkenlik (EL)*.

Table 1. Relative water content (RWC) and electrical conductivity (EC) in cowpea leaf determined under different salt doses.

Çeşit	Doz	YOS (%)	EL (%)
Karagöz	0	93.19±1.03 Aa	17.90±1.81 BCa
	25	94.22±0.52 Aa	13.42±1.17 Ca
	50	92.13±0.88 Aa	14.10±1.98 BCa
	75	89.75±1.02 Ab	16.65±2.07 BCa
	100	91.75±1.04 Aa	16.89±1.84 BCa
	125	90.28±2.65 Aa	26.77±0.94 ABa
	150	92.21±0.69 Aa	19.78±1.72 BCa
	175	89.42±1.02 Aa	33.76±9.52 Aa
	200	94.14±1.32 Aa	27.76±2.39 Aa
	Ülkem	0	91.42±0.60 ABa
25		93.22±0.50 ABa	19.56±0.37 Ba
50		94.11±1.24 ABa	16.11±1.22 Ba
75		96.22±1.82 Aa	17.93±1.52 Ba
100		92.56±0.94 ABa	14.20±1.41 Ba
125		95.13±0.41 ABa	21.44±0.56 ABa
150		91.59±0.13 ABa	29.879±1.871 Aa
175		93.04±0.71 ABa	24.683±4.519 ABa
200		89.48±1.51 Ba	25.549±4.561 ABa
P-Değeri		Çeşit:	0.060
	Doz:	0.598	0.000
	Çeşit×Doz:	0.000***	0.019*

*Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı sütunda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Tuz stresi bitki hücre zarının yapısını etkileyerek, zarın akışkanlığını ve geçirgenliğini değiştirmektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Stres çalışmalarında hücre zarı geçirgenliğinin göstergesi olarak, yaprak dokularının elektriksel iletkenliği (EL) belirlenmekte ve bitkilerin tuza toleransının belirlenmesinde en önemli seçim kriterlerinden birisi olduğu bildirilmektedir (Ashraf ve Ali, 2008). Araştırmada elde edilen EL değerlerine yapılan istatistik analiz sonucunda çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Karagöz çeşidinde 125 mM ve üzeri tuz dozları, Ülkem çeşidinde ise 150 mM ve üzeri tuz dozlarında hücre zarının iletkenliğinin kontrole göre arttığı anlaşılmaktadır (Çizelge 1). Hücre zarının iletkenliğinin artması hücre içi elektrolitlerin özellikle Ca ve K olmak üzere bazı iyonların hücre dışına çıkmasına neden olarak, hücre içi iyon dengesini bozmaktadır (Tuna ve Eroğlu, 2017). Bu durum bize çeşitlerde ifade edilen dozlara kadar membran stabilitesinin korunabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte aynı tuz dozlarında hücre zarı iletkenliği bakımından çeşitler arasında bir farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

Yapılan varyans analizi sonucunda, klorofil a bakımından çeşit × tuz dozu interaksyonu önemli ($p < 0.05$) bulunurken, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid değerleri bakımından çeşitler ve tuz dozları arasında farklılık bulunmamaktadır. Klorofil a içeriği bakımından çeşitlerin verdiği tepkiler incelendiğinde, tuz uygulamasının Ülkem çeşidinde klorofil a'nın azalmasına neden olduğu, ancak bu azalışın istatistiki olarak önemli olmadığı anlaşılmaktadır. Karagöz çeşidinde ise 175 ve 200 mM tuz dozunun klorofil a içeriğinde azalışa neden olduğu görülmektedir. Çeşitlerin aynı tuz dozlarına verdikleri tepkiler ise istatistiki olarak farksızdır. Tuz uygulaması her iki çeşitte de klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid içeriğinde artış ve azalışlara neden olmakla birlikte tüm NaCl dozlarında belirlenen klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid içeriği kontrol bitkilerinde belirlenen değerlerle benzer bulunmuştur (Çizelge 2). Bu durum bize klorofil a'nın klorofil b ve karotenoid pigmentlerine göre tuz stresine karşı daha hassas olduğunu göstermektedir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak Manaf ve Zayed (2015), yaptıkları bir çalışmada sulama suyu tuzluluğu arttıkça börülcede klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid içeriğinin arttığını belirlemişlerdir.

Çizelge 2. Farklı tuz dozlarında börülce çeşitlerinde belirlenen fotosentetik pigmentler*.

Table 2. Photosynthetic pigments determined in cowpea varieties with different salt doses.

Çeşit	Doz	Klorofil a (mcg cm ⁻²)	Klorofil b (mcg cm ⁻²)	Toplam klorofil (mcg cm ⁻²)	Karotenoid (mcg cm ⁻²)
Karagöz	0	15.47±2.18 ABa	7.70±1.23	23.16±3.35	5.35±0.56
	25	12.26±4.50 ABa	8.38±4.88	20.63±9.37	3.85±0.58
	50	12.86±1.78 ABa	6.44±1.00	19.301±2.77	4.74±0.37
	75	28.47±5.13 Aa	21.69±7.04	50.17±11.64	6.14±0.99
	100	18.29±2.78 ABa	7.65±1.05	25.94±3.81	6.21±0.86
	125	16.14±4.41 ABa	9.75±3.27	25.89±7.49	6.00±0.65
	150	17.22±4.94 ABa	10.893±4.26	28.11±8.99	6.89±0.61
	175	7.41±2.20 Ba	7.13±3.80	14.54±5.13	4.79±1.24
	200	9.68±3.46 Ba	9.20±2.65	18.88±5.09	5.54±0.65
Ülkem	0	22.65±3.00 Aa	8.79±0.63	31.44±3.50	6.54±0.64
	25	13.12±3.34 Aa	7.62±1.93	20.74±5.27	4.05±0.89
	50	20.60±2.49 Aa	12.34±2.89	32.94±4.07	5.10±0.93
	75	20.62±0.30 Aa	11.27±1.29	31.88±0.99	5.54±0.87
	100	15.47±1.86 Aa	9.16±1.67	24.63±3.28	4.47±0.54
	125	17.31±1.13 Aa	9.45±0.85	26.76±1.80	6.58±0.72
	150	8.99±2.01 Aa	5.55±0.67	14.54±2.54	4.18±0.46
	175	20.89±2.67 Aa	12.90±2.50	33.80±5.13	6.60±0.45
	200	19.20±4.62 Aa	9.39±2.05	28.59±6.67	6.31±1.44
P-Değeri	Çeşit:	0.153	0.852	0.465	0.958
	Doz:	0.077	0.331	0.165	0.108
	Çeşit×Doz:	0.033*	0.306	0.095	0.126

*Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı sütunda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Yapılan varyans analizi sonucunda yaprağın fenolik madde miktarı bakımından çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. Karagöz çeşidinde artan tuz dozları genellikle fenolik madde miktarını artırırken, Ülkem çeşidinde ise 125 mM ve üzerinde belirlenen fenolik madde miktarının kontrol grubundan daha az olduğu belirlenmiştir. Ancak her iki çeşitte de fenolik madde miktarı bakımından tuz dozları aynı grupta yer almıştır. Çeşitlerin aynı tuz dozlarındaki fenolik madde miktarları bakımından sadece 150 mM

dozunda fark bulunmaktadır (Çizelge 3). Bitkilerde fenolik bileşiklerin birçok antioksidan enzim için serbest radikal temizleyicileri ve substratlar olarak işlev gördükleri bildirilmektedir (El_Mashad ve Mohamed 2012). Çalışmada kullanılan Karagöz çeşidinde fenolik madde miktarının çoğunlukla yüksek olması, Karagöz çeşidinde tuz stresine karşı savunma mekanizmasında fenolik maddenin etkili bir bileşik olduğunu düşündürmektedir. Ülkem çeşidinde ise artan tuz dozlarının fenolik madde miktarını genellikle azaltıcı etki yapmış olması söz konusu çeşitte fenolik maddelerin sentezinin tuz stresinden olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Çalışmamızdan farklı olarak El_Mashad ve Mohamed (2012), düşük dozlarda NaCl uygulamasının börülce yapraklarında önemli derecede fenolik madde birikimini arttırdığını, 100 ve 150 mM NaCl uygulamasının ise azalttığını bildirmişlerdir. Bu durum çalışmada kullanılan çeşitlerin farklılığından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3. Farklı tuz dozlarında börülce çeşitlerinde belirlenen fenolik madde ve prolin miktarı*.

Table 3. The amount of phenolic substance and proline determined in cowpea varieties with different salt doses.

Çeşit	Doz	Fenolik madde miktarı (mg gallik asit kg ⁻¹ yaş örnek)	Prolin (mg g ⁻¹ yaş örnek)
Karagöz	0	58.76±2.97 Aa	22.33±4.14 Ca
	25	80.19±14.77 Aa	27.40±1.84 BCa
	50	86.65±17.97 Aa	41.78±3.57 ABCa
	75	68.79±5.34 Aa	45.34±3.12 ABCa
	100	81.07±18.24 Aa	50.21±3.44 ABCa
	125	76.01±5.07 Aa	53.18±4.25 ABCa
	150	93.30±8.46 Aa	57.22±4.70 ABCa
	175	55.54±1.27 Aa	60.59±4.70 ABCa
	200	73.81±10.15 Aa	73.36±13.52 Aba
	Ülkem	0	98.16±8.08 Aa
25		76.47±11.21 Aa	20.35±4.29 CDa
50		107.27±17.82 Aa	27.20±3.21 BCDa
75		95.04±11.28 Aa	36.44±1.98 BCDa
100		91.00±2.44 Aa	50.08±2.17 BCa
125		79.38±14.13 Aa	54.11±4.69 Ba
150		52.83±5.84 A b	51.16±5.16 BCa
P-Değeri	175	63.57±4.77 Aa	56.54±9.42 Ba
	200	75.91±3.53 Aa	111.02±22.37 Aa
	Çeşit:	0.155	0.748
	Doz:	0.084	0.000
	Çeşit×Doz:	0.006**	0.018*

*Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Aynı sütunda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Yapılan varyans analizi sonucunda prolin miktarı bakımından çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Her iki çeşitte de tuz dozunun artmasıyla birlikte bitkide sentezlenen prolin miktarı artmış ve 75 mM tuz dozunda sentezlenen prolin miktarı kontrol bitkilerine göre 2 kat artış göstermiştir (Çizelge 3). Prolinin hücre zarı bütünlüğünün sağlayarak ozmotik dengenin korunmasında önemli rol oynadığı bilinmektedir (Tuna ve Eroğlu, 2017). Araştırmamızda 25 mM tuz dozundan itibaren prolin sentezinin artması, çalışılan çeşitlerde tuz stresine karşı savunma mekanizması olarak prolin sentezinin önemli rol oynadığını göstermektedir. Nitekim çalışmamızda belirlenen elektriksel iletkenlik değerleri (Çizelge 1) ile prolin miktarlarındaki değişim birbiriyle uyumlu bulunmaktadır. Çalışmamızla benzer olarak Manaf ve Zayed, (2015) börülcede sulama suyu tuzluluğu arttıkça bitkide prolin miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Araştırmada toprak üstü aksamda belirlenen Na, K, Ca ve P konsantrasyonu verilerine yapılan varyans analizi sonucunda; çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli (p<0.001) bulunmuştur. Her iki çeşitte de tuz uygulaması toprak üstü aksamda Na birikimine neden olmuştur. Bu durum bize incelenen çeşitlerin topraktan almış oldukları Na' u toprak üstü aksamda biriktirme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Çalışmamızla benzer olarak Patel ve ark. (2010) tuz uygulamasının börülcede yaprakta Na birikimine neden olduğunu belirtmektedir. Ancak yüksek tuz dozlarında çeşitlerin toprak üstü aksamlarında biriktirilen Na miktarları birbirinden farklı olmuştur. Yüksek dozlarda Ülkem çeşidinin Karagöz çeşidine göre toprak üstü aksamda daha fazla Na biriktirdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte yüksek dozlarında Ülkem çeşidinin EL (Çizelge 1) ve klorofil a (Çizelge 2) değerlerinin Karagöz çeşidine göre daha az olumsuz etkilenmesi, muhtemelen Ülkem çeşidinin Na iyonlarını Karagöz çeşidine göre vakuolde daha fazla depolamasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4 incelendiğinde görüleceği üzere her iki çeşitte tuzlu şartlarda topraktan K alımını devam ettirmişlerdir. Bilindiği üzere toprakta fazla bulunan Na^+ bitkilerin K alımını engellemektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Nitekim, Turan ve ark. (2010), tuz stresinin mısırdaki K oranını hem kökte hem de gövdede azalttığını bildirmiştir. Kuşvuran ve ark. (2008) ise kavun genotiplerinde tuz stresi altında bazı genotiplerde K oranının azaldığını bazı genotiplerde ise arttığını bildirmiştir. K hücrede osmolit olarak görev aldığından (Çulha ve Çakırlar, 2011), K alımı hem yaprak oransal su içeriğinin korunması hem de K'un görev aldığı diğer biyokimyasal olayların devamlılığı açısından önemlidir. Tuz stresi altında bitkinin K alımına devam edebilmesi bitkiyi Na^+ 'un olumsuz etkilerinden korumaktadır (Daşgan ve ark., 2002).

Çizelge 4. Farklı tuz dozlarında börülce çeşitlerinde belirlenen Na, K, Ca, P konsantrasyonu ve $Ca Na^{-1}$.

Table 4. Na, K, Ca, P concentration and $Ca Na^{-1}$ determined in cowpea varieties with different salt doses.

Çeşit	Doz	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (%)	P (%)	Ca Na^{-1}
Karagöz	0	148.6±12.8 Da	826.0±102.6 Ca	1.42±0.16 Ba	0.14±0.02 ABa	95.16±5.67 Aa
	25	905.1±270.6 CDa	1318.0±96.3 BCa	2.18±0.06 ABa	0.21±0.02 Aa	30.31±7.49 Ba
	50	871.9±263.3 CDa	1135.0±116.0 Ca	2.07±0.22 ABa	0.22±0.03 Aa	33.91±14.59 Ba
	75	1096.5±461.6 BCDa	1189.0±273.8 Ca	2.03±0.23 ABa	0.15±0.03 ABa	33.03±15.38 Ba
	100	2240.6±389.2 BCDa	2198.0±4676.0 Ba	2.25±0.25 ABa	0.13±0.01 ABa	10.52±1.26 Ba
	125	6434.5±443.9 Aa	3276.0±168.7 Aa	3.07±0.54 Aa	0.11±0.04 ABa	4.71±0.70 Ba
	150	2516.5±158.6 BCDa	1667.0±108.4 BCa	1.32±0.39 Ba	0.09±0.01 Ba	5.40±1.65 Ba
	175	4898.0±1238.8 ABa	2096.0±45.5 Ba	2.35±0.35 ABa	0.11±0.04 ABa	5.40±1.47 Ba
	200	3864.5±295.5 ABCb	1464.0±21.4 BCa	1.62±0.08 Bb	0.06±0.01 Bb	4.28±0.42 Ba
Ülkem	0	300.0±67.6 Ca	792.0±83.6 Ba	1.09±0.10 Ca	0.11±0.01 Ba	46.39±15.45 Ab
	25	431.4±70.7 Ca	797.0±63.8 Ba	1.47±0.07 Ca	0.13±0.02 ABa	36.56±5.11 ABa
	50	1125.6±146.0 Ca	756.0±114.2 Ba	1.57±0.15 Ca	0.11±0.00 Ba	14.41±1.78 ABa
	75	1667.0±328.2B Ca	890.7±39.3 ABa	2.15±0.17 BCa	0.13±0.02 Ba	13.91±2.63 ABa
	100	2572.7±603.5B Ca	1232.6±110.9 ABa	2.31±0.16 BCa	0.12±0.01 ABa	10.11±1.81 ABa
	125	2813.3±341.2 BCb	1100.0±52.9 ABb	2.33±0.18 BCa	0.11±0.01 Ba	8.54±0.88 Ba
	150	5021.5±3095.3 ABa	988.0±181.6 ABa	2.06±0.31 BCa	0.08±0.01 Ba	6.90±2.28 Ba
	175	8699.3±79.8 Aa	1548.0±446.8 ABa	3.23±0.84 ABa	0.15±0.03 ABa	3.73±0.98 Ba
	200	8297.3±1245.1 Aa	1990.7±383.5 Aa	4.28±0.33 Aa	0.26±0.07 Aa	5.37±0.79 Ba
P-Değeri	Çeşit:	0.012	0.000	0.081	0.726	0.018
	Doz:	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000
	Çeşit×Doz:	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.007**
	Doz:					

*Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

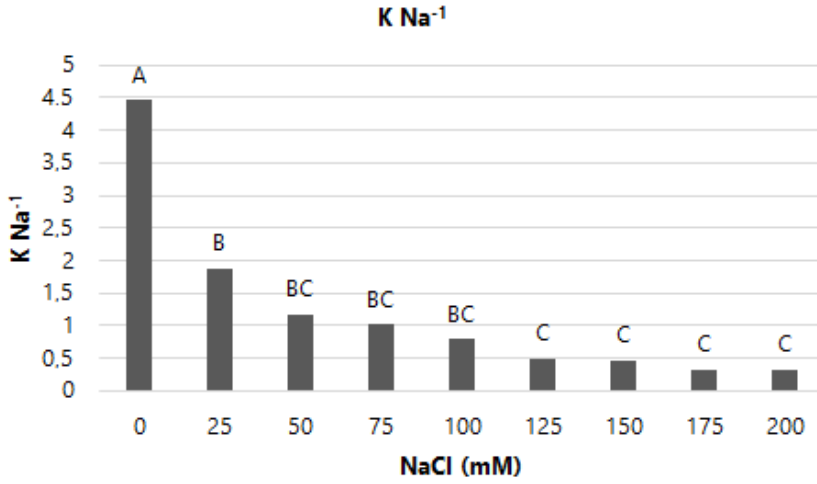
Aynı sütunda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4 incelendiğinde, düşük tuz stresi altında yetişen Karagöz çeşidinin toprak üstü aksamında Ca oranının arttığı, yüksek tuz dozlarında ise Ca oranının azalmaya başladığı görülmektedir. Ülkem çeşidinde ise tuz dozu arttıkça Ca oranı sürekli artmıştır. Bununla birlikte tuz stresinin bitkilerde Ca alımını azalttığı bildirilmiştir (Doğru ve Canavar, 2020). Ancak bizim araştırmamızda ise genel durumdan farklı olarak bitkinin Ca oranı artmıştır. Çalışmamızda incelenen çeşitlerin yüksek tuz uygulamalarında dahi toprak üstü aksamda yüksek Ca oranına sahip olabilmeleri, bitkilerin yüksek tuz dozlarında bünyelerinde Na birikimine rağmen topraktan Ca almaya devam ettikleri anlamına gelmektedir. Kalsiyum bitki hücre zarlarının yapısal ve işlevsel bütünlüğünü korumada önemli rol oynar, hücre duvarı yapılarını stabilize eder, iyon taşınmasını ve seçiciliğini düzenler, hücre duvarı enzim aktivitesini ve iyon değişimini kontrol eder (Hadi ve Karimi, 2012). Bitkilerin tuz stresinde topraktan Ca alabilmeleri hücre zarı bütünlüğünü koruyabildiklerini göstermektedir. Nitekim Ca oranı ile elektriksel iletkenlik değerleri (Çizelge 1) birbirini desteklemektedir.

Çizelge 4'ten anlaşılacağı üzere, her iki çeşitte de tuz dozları karşısında bitkinin P oranı artış ve azalışlar göstermiştir. Karagöz çeşidinde düşük tuz dozlarında bitkinin topraktan P alımı artmışken, tuz dozu arttıkça topraktan alınan P miktarı da azalmıştır. Ülkem çeşidinde ise çok yüksek tuz dozlarında P oranı artış göstermiştir. Turan ve ark. (2010), tuz stresinin mısırdaki hem kökte hem de gövde de P oranının artmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda; toprak üstü aksamda hesaplanan $K Na^{-1}$ oranı bakımından çeşitler arasında ve tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli (sırasıyla; $p<0.01$ ve $p<0.001$) farklılık olduğu belirlenmiştir. Karagöz çeşidinin $K Na^{-1}$ oranı (1.50) Ülkem çeşidinden (0.93) önemli derecede yüksek bulunmuştur. En yüksek $K Na^{-1}$ oranı kontrol grubunda belirlenirken, 25 mM tuz dozunda $K Na^{-1}$ oranı önemli derecede azalmış, uygulanan

tuz dozu arttıkça $K Na^{-1}$ oranı giderek azalmıştır. Artan tuz dozlarında bitkilerin bünyelerine almış oldukları K^{+} ve Na^{+} artmakla birlikte Na^{+} alımının K^{+} alımından daha fazla olması nedeniyle (Çizelge 4) $K Na^{-1}$ oranı tuz stresinde azalmıştır (Şekil 1). Farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda tuz stresinin bitkide $K Na^{-1}$ oranını azalttığı bildirilmiştir (Yağmur ve ark., 2006; Karakulluğu ve Adak, 2008; Zambı ve Önal Aşçı, 2020).



Şekil 1. Farklı tuz dozlarında toprak üstü aksamın $K Na^{-1}$.

Figure 1. $K Na^{-1}$ of the above ground components in different salt doses.

Ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

SONUÇ

Araştırma sonucunda toprak tuzluluğunun börülcede yaprak oransal su içeriğini (YOS), yaprak dokularında hücre zarı iletkenliğini (EL) önemli derecede etkilediği, YOS'un bütün tuz dozlarında her iki çeşitte de %89'un üzerinde tutulabildiği, Karagöz çeşidinde 125 mM'a Ülkem çeşidinin ise 150 mM'a kadarki tuz dozlarında hücre zarı stabilitesinin korunabildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte börülcede tuz stresinin fotosentetik pigmentlerden sadece klorofil a'yı istatistik olarak önemli derecede etkilediği, klorofil b, toplam klorofil ve karetonoid pigmentlerinin tuz stresinden etkilenmediği belirlenmiştir. Bu nedenle klorofil a'nın diğer fotosentetik pigmentlere göre tuz stresine karşı daha hassas olduğu düşünülmüştür. Araştırmada tuz stresi karşısında Karagöz çeşidinde fenolik madde sentezinin genellikle arttığı, Ülkem çeşidinde ise genellikle azaldığı bu nedenle de Karagöz çeşidinde fenolik madde sentezinin tuz stresine tepkide etkisinin olduğu düşünülmüştür. Araştırmada her iki çeşitte de bitkilerin maruz kaldığı tuz dozu arttıkça sentezlenen prolin miktarı da artmıştır. Bu durum börülcede tuz stresine karşı prolin sentezinin önemli bir savunma mekanizması olduğunu göstermektedir. Araştırmada incelenen çeşitlerin tuzlu koşullarda topraktan aldıkları Na^{+} toprak üstü aksamda depoladıkları, K, Ca ve P alımını devam ettirebildikleri belirlenmiştir. Ancak, toprak üstü aksamda $K Na^{-1}$ ve $Ca Na^{-1}$ oranı tuz stresi altında korunamamış, tuz dozu arttıkça söz konusu oranlar giderek azalmıştır. $K Na^{-1}$ oranında ilk azalma 25 mM dozunda yaşanmıştır. Tüm bu bilgilerin sonucunda börülcede tuz stresine karşı verilen tepkilerin değerlendirilmesinde klorofil a, prolin ve $K Na^{-1}$ oranının incelenmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKISI

Özlem ÖNAL AŞCI araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve yayına dönüştürülmesinde, Mualla ALTUN araştırmanın yürütülmesi, verilerin elde edilmesinde, Yeliz KAŞKO ARICI verilere istatistik analiz yapılmasında ve analizin yorumlanmasında katkı sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Makalede sunulan verilerin bir kısmı Mualla ALTUN'un yüksek lisans tezinde yer almaktadır. Araştırma ODÜ BAP birimi tarafından TF 1531 nolu proje olarak desteklenmiştir. Ayrıca denemede kullanılan tohumları sağlayan Prof. Dr. İlknur AYAN ve prolin analizinde destek veren Doç. Dr. Elvan ÜSTÜN'e çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Abeer, H., Abd_Allah, E. F., Alqarawi, A. A., & Egamberdieva, D. (2015). Induction of salt stress tolerance in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] by arbuscular mycorrhizal fungi. *Legume Research*, 38(5), 579-588.
- Akgün, M. (2015). *Yerel mısır (Zea mays L.) genotiplerinin fosfor kullanım etkinliğinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Ashraf, M., & Ali, Q. (2008). Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 63, 266-273.
- Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207
- Beyhan, Ö., Elmastaş, M., & Gedikli, F. (2010). Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(11), 1065-1072.
- Emirzeoğlu, C., & Başak, H. (2020). Orta Anadolu biber genotiplerinin farklı tuz konsantrasyonlarına tolerans düzeylerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(2), 129-140.
- Çulha, Ş., & Çakırlar, H. (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11, 11-34.
- Çulha, G., & Bozoğlu, H. (2016). Farklı kültürel uygulamalarla yetiştirilen amazon ve sırma börülce çeşitlerinin verim ve verim özellikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, 177-183.
- Çullu, M. A., Kılıç, Ş., Şenol, S., Ağca, N., Kurucu, Y., Akça, E., Özcan, H., Aydın, G., Aksoy, E., Bilgili, A. V., Şahin, Y., Küsek, G., Sarı, M., Bayramin, İ., Dinç, U., Kapur, S., & Kanber, R. (2015). *Türkiye'de toprak tuzlulaşmasından etkilenen alanlar ve haritalanması*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara.
- Dasgan, H. Y., Aktas, H., Abak, K., & Cakmak, I. (2002). Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes ve investigation of genotype responses. *Plant Science*, 163, 695-703.
- Deveci, M., & Tuğrul, B. (2017). Ispanakta tuz stresinin yaprak fizyolojik özelliklerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 89-98.
- Doğru, A., & Canavar, S., (2020). Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal bileşenleri. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 8(1), 155-174.
- Eker, S., Cömertpay, G., Konuşkan, Ö., Ülger, A. C., Öztürk, L., & Çakmak, İ. (2006). Effect of salinity stress on dry matter production and ion accumulation in hybrid maize varieties. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(5), 365-373
- Karakullukçu, E., & Adak, M. S. (2008). Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(4), 313-319.
- El-Mashad, A. A. A., & Mohamed, H. I. (2012). Brassinolide alleviates salt stress and increases antioxidant activity of cowpea plants (*Vigna sinensis*). *Protoplasma*, 249, 625-635.
- Hadi, M. R., & Karimi, N. (2012). The role of Ca in plants' salt tolerance. *Journal of Plant Nutrition*, 35(13), 2037-2054.
- Hnilíčková, H., Hnilička, F., Orsák, M., & Hejnák, V. (2019): Effect of salt stress on growth, electrolyte leakage, Na⁺ and K⁺ content in selected plant species. *Plant Soil and Environment*, 65, 90-96.
- Kaymak, G., & Acar, A. (2020). Orman üçgülü (*Bituminaria bituminosa* L.) genotiplerinin tuzluluğa dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(1), 51-58.
- Korkmaz, K., 2015. *Sözlü görüşme*. Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü.
- Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K., & Ellialtıoğlu, Ş. (2008). Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı Cucumis sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1), 13-20
- Kuşvuran, Ş. (2010). *Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Kuşvuran, Ş., (2011). Bamyada (*Abelmoschus esculentus* L.)da tuz stresine tolerans bakımından genotipik farklılıklar ve tarama parametrelerinin araştırılması. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(2), 55-70.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). *Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes*. In L. Packer, & R. Douce (Eds.), *Methods in Enzymology*, 148, Plant Cell Membranes, Newyork. USA: Academic Press
- Manaf, H. H., & Zayed, M. S. (2015). Productivity of cowpea as affected by salt stress in presence of endomycorrhizae and *Pseudomonas fluorescens*. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 219–226.
- Minitab. (2010). Minitab 17. State College, Pennsylvania.
- Özgen, A. M., Adak, M. S., Ulukan, H., Benlioğlu, B., Peşkiroğlu, M., Koyuncu, N., Yıldız, A., & Tuna, D. E. (2015). *İklim değişikliği ve bitkisel gen kaynakları*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara.
- Patel, P. R., Kajal, S. S., Patel, V. R., Patel, V. J., & Khristi, S. M. (2010). Impact of salt stress on nutrient uptake and growth of cowpea. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 22(1), 43-48.
- Rahnesan, Z., Nasibi, F., & Moghadam, A. A. (2018). Effects of salinity stress on some growth, physiological, biochemical parameters and nutrients in two pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstocks. *Journal of Plant Interactions*, 13(1), 73-82.
- Tetiktabanlar, İ. (2011). *Tuz stresinin bezelyede (Pisum sativum L.) fenolik bileşikler üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Toplaoğlu, K. (2010). *Tuz stresinin chili biberlerinin pigment ve kapsaisinoid değişimi ile peroksidaz aktivitesi arasındaki ilişki*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tuna, A., & Eroğlu, B. (2017). Tuz stresi altındaki biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde bazı organik ve inorganik bileşiklerin antioksidatif sisteme etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(1), 121-131.
- Turan, M. A., Elkarim, A. H. A., Taban, N., & Taban, S. (2010). Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. *African journal of Agricultural Research*, 5(7), 584-588.
- Turan, Ö. (2012). *Nohut çeşitlerinde düşük sıcaklığa dayanıklılığın fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeyde incelenmesi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- TÜİK. (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. Erişim tarihi: 19 Nisan 2021.
- Yağmur, M., Kaydan, D., & Okut, N. (2006). Potasyum uygulamasının tuz stresindeki arpanın fotosentetik pigment içeriği, ozmotik potansiyel, K⁺ /Na⁺ oranı ile bitki büyümesine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(2), 188-194.
- Zambi, H., & Önal Aşçı, Ö. (2020). NaCl stresinin yem bezelyesinin klorofil ve mineral içeriğine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3), 562-569.



Araştırma Makalesi

Ağrı-Eleşkirt Koşullarında Yazlık Olarak Farklı Zamanlarda Ekilen Yem Bezelyesi Çeşitlerinin Ot Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi**

Süleyman Temel^{1*} , Emrah Yazıcı² 

¹Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır

²Eleşkirt İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Ağrı

Geliş tarihi (Received): 24.04.2021

Kabul tarihi (Accepted): 02.06.2021

Anahtar kelimeler:

Çeşit adaptasyonu, ekim dönemleri, kaba yem üretimi, yem kalitesi.

Özet. Hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı Ağrı-Eleşkirt'te yüksek yem kalitesine sahip yem bezelyesinin ekim alanı ve bu bitki ile ilgili yürütülmüş bir bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla bölgede yem bezelyesi tarımının yaygınlaştırılması için çeşit adaptasyonu ve ekim zamanı gibi temel agronomik çalışmaların tamamlanması önem arz etmektedir. Mevcut çalışma ile Ağrı-Eleşkirt koşullarında uygun yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) çeşitleri ve ekim zamanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Özkaynak, Taşkent, Kirazlı ve Ürünlü çeşitleri 15'er gün aralıklarla (Nisan başı, Nisan sonu ve Mayıs başı) ekilerek çiçeklenmeye başlama tarihi, bitki boyu, bitki başına dal sayısı, ana sap kalınlığı, kuru madde oranı, yaş ve kuru ot verimi ile kalite özellikleri (ham protein oranı, NDF ve ADF oranı) değerlendirilmiştir. Deneme, 2018 yılında sulu koşullarda tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Analiz sonucu incelenen parametreler üzerine ekim zamanı (kuru madde oranı hariç) ve çeşitlerin (bitki boyu, dal sayısı, NDF ve ADF oranı hariç) etkisi önemli bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, en yüksek ham protein içeriği, yaş ot ve kuru ot verimleri ile en düşük NDF ve ADF oranları Nisan başında yapılan ekimlerde belirlenmiştir. Ayrıca yüksek verim ve kaliteye sahip ot üretimi için Taşkent ve Ürünlü çeşitlerinin bölge ekolojisine uygun olduğuna karar verilmiştir.

*Sorumlu yazar

stemel33@hotmail.com

Determination of Herbage Yield and Some Quality Characteristics of Forage Pea Varieties Sown at Different Times as Summer in Ağrı-Eleşkirt Conditions

Keywords:

Variety adaptation, sowing dates, roughage production, forage quality.

Abstract. In Ağrı-Eleşkirt, where animal husbandry was intensely carried out, there is no scientific study and cultivation area for forage pea with high feed quality. Therefore, it is important to complete the basic agronomic studies such as variety adaptation and sowing time in order to popularize the forage pea agriculture in the region. With the present study, it was aimed to determine the suitable forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) varieties and sowing dates in Ağrı-Eleşkirt conditions. For this purpose, Özkaynak, Taşkent, Kirazlı and Ürünlü varieties were sown at 15-day intervals (beginning of April, end of April and beginning of May) and evaluated in terms of herbage yield (beginning of flowering, plant height, number of branches per plant, stem thickness, dry matter ratio, fresh and dry herbage yield) and quality characteristics (crude protein ratio, NDF and ADF ratio). The experiment was established according to a split plot in randomized block design with three replicates under irrigated conditions in 2018. As a result of the statistical analysis, the effect of sowing date (except for the dry matter ratio) and varieties (except for the plant height, number of branches per plant, NDF and ADF ratio) on the examined parameters was found to be significant. According to these results, the highest crude protein content, fresh and dry herbage yields and the lowest NDF and ADF ratios were determined in the sowings made in the beginning of April. In addition, it has been decided that Ürünlü and Taşkent varieties would be suitable for the ecology of the region for roughage production with high yield and quality.

GİRİŞ

Karlı bir hayvancılık için hayvanlara yedirilen yemin ucuza mal edilmesi gerekmektedir. Ucuz yem kaynağı olarak da çayır-mera alanlarından temin edilen veya tarla ziraatı içerisinde üretilen kaba yemler, hayvan besleme açısından önemli bir yer tutmaktadır. Bu anlamda ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan yonca, korunga ve fiğ gibi baklagil türleri ile çim, mısır ve sorgum gibi buğdaygil türleri önemli kaliteli kaba yem kaynaklarının başında gelmektedir (Tan ve Temel, 2012; Tan, 2018). Ayrıca son yıllarda Devlet tarafından yapılan desteklemelerle yem bitkisi türlerinin çeşitliliğinde ve ekim alanlarında önemli artışlar olmuştur (TÜİK, 2021). Bu türlerden bir tanesi de yüksek kalitede yem materyali (ot, tohum ve kes) üretebilen ve hayvanlar tarafından sevilerek tüketilen yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) türüdür (Tekeli ve Ateş, 2007; Göçmen ve Özasan Parlak, 2017; Keskin ve ark., 2021). Nitekim ülkemizde yem bezelyesi tarımı son beş yılda önemli oranda artış göstererek, 2018 yılı itibarıyla 104.377 dekarlık bir ekim alanına ulaşmıştır (TÜİK, 2020). Ancak diğer yem bitkisi türlerinde olduğu gibi yem bezelyesi türünde de tarla ziraatı içerisindeki ekim alanları arzu edilen seviyelere ulaşamamıştır. Bunda bölgelere göre uygun yem bitkisi tür ve çeşitlerinin geliştirilmemiş olması, bu türlerle ilgili tohumluk problemlerin yaşanması ve bölgelere göre uygun ekim zamanı ve çeşit adaptasyonu gibi temel bazı agronomik çalışmaların tamamlanmamış olmasının büyük bir etkisi bulunmaktadır (Tan, 2018).

Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Ağrı ilinde topoğrafik yapı ve karasal iklim özelliğinden dolayı çayır-mera alanları önemli bir yer tutmakta (TÜİK, 2021) ve bu nedenle bölgede hayvancılık yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Çünkü çayır-mera alanları hayvanların beslenmesinde önemli bir girdi olan kaba yem temininde önemli bir kaynak durumundadır. Ayrıca bölgede vejetasyon süresinin kısa olması nedeniyle yetiştirilebilecek ürün çeşitliliği kısıtlı olup, halk geçimini bitkisel üretimden ziyade hayvancılık yaparak sağlamaktadır. Ancak bölgenin hayvan sayısı dikkate alındığında çayır-mera alanlarından elde edilen kaba yem miktarı, hayvanların dengeli beslenmesi için yeterli bulunmamaktadır. Bu nedenle bölge çiftçisinin tarla tarımı içerisinde yonca, korunga ve fiğ gibi yem bitkisi türlerinin yetiştiriciliğine yoğun bir şekilde yer verdikleri görülmüştür. Ancak düşük sıcaklıklara dayanabilen, yüksek ot ve tane kalitesine sahip yem bezelyesi türünün bölgede yetiştiriciliğinin yapılmadığı ve bu nedenle yem bezelyesi türünün alternatif yem kaynağı olarak bölge için bir avantaj olabileceği düşünülmektedir.

Geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olan yem bezelyesi baklagil familyası içerisinde yer alan tek yıllık bir türdür. Tam çiçeklenme döneminde biçilen otu %20 civarında ham protein içerebilmektedir (Tekeli ve Ateş, 2007). Yine toprak, iklim ve uygulanan kültürel koşullara bağlı olarak dekara 250-1000 kg arasında kuru ot üretebilmektedir (Tekeli ve Ateş, 2007; Sheaffer ve Moncada, 2012; Tan ve ark., 2013; Alatürk ve ark., 2021; Temel ve ark., 2021). Ancak yüksek miktar ve kalitede ot üretimlerinin elde edilebilmesi için öncelikle bölge ekolojisine uygun çeşit adaptasyon çalışmalarının tamamlanması gerekmektedir. Çünkü farklı ekotiplerden orijinlenen ve ıslah çalışmalarıyla geliştirilen çeşitler farklı genetik yapıya sahip olmakta ve ortam koşullarına farklı tepki gösterebilmektedirler. Bu nedenle de birim alandan elde edilen verim ve kalite performansları farklılık gösterebilmektedir. Nitekim farklı coğrafyalarda öncesinde yapılan çalışmalarda ot verim ve kalite özelliklerinin çeşitler arasında farklılık gösterdiği ortaya konmuştur (Timurağaoğlu ve ark., 2004; Açıkgöz ve ark., 2007; Çil ve ark., 2007; Sayar ve ark., 2009; Geren ve Alan, 2012; Uzun ve ark., 2012; Seydoşoğlu, 2013; Tan ve ark., 2013; Kadioğlu ve Tan, 2018; Temel ve ark., 2021). Ayrıca birim alandan elde edilen otun verim ve kalitesini optimize etmek için bölge koşullarına göre uygun ekim tarihlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla farklı coğrafik bölgelerde uygun ekim zamanlarının belirlenmesine yönelik çok sayıda araştırma yürütülmüş, verim ve kalite değerleri üzerine ekim zamanlarının önemli etkisinin olduğu belirtilmiştir (Gündoğdu, 2006; Shaukat ve ark., 2012; Mukherjee ve ark., 2013; Ton, 2013; Kadioğlu ve Tan, 2018; Konuk ve Tamkoç, 2018; Temel ve ark., 2021). Ancak hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı Ağrı (Eleşkirt)'da ot verim ve kalite özellikleri üzerine farklı yem bezelyesi çeşitleri ve ekim zamanlarının etkisini ortaya koyan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Yürütülen bu çalışma ile 4 yem bezelyesi çeşidi ve 3 farklı ekim zamanı incelemeye alınmış ve incelenen özellikler (bazı verim ve kalite parametreleri) açısından bölge için uygun yem bezelyesi çeşitleri ve ekim zamanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma 2018 yılında 1860 m rakıma sahip Ağrı İli Eleşkirt Ovasında (42°37'- 43°00' doğu boylamı ile 39°42'- 39°45' kuzey enlemleri) yürütülmüştür. Bölge karasal iklim özelliğine sahip olup yetiştirme süresi boyunca araştırma sahasının uzun yıllar ve 2018 yılına ait bazı iklim değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelge 1 incelendiğinde, uzun yıllar ortalamasına göre ortalama sıcaklık, nispi nem ve toplam yağış miktarları sırayla 15.3 °C, %60 ve 219.1 mm, olarak kaydedilmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2018 yılı Nisan-Ağustos aylarına ait toplam yağış miktarı ise

218.4 mm, ortalama sıcaklık 16.8 °C ve nispi nem değeri %57.8 olarak ölçülmüştür (MGM, 2019). Deneme alanının bazı toprak özelliklerini belirlemek için 0-30 cm derinliğinde ekim öncesi yeter miktarda toprak örnekleri alınmış ve analizler Ağrı İli Merkez Toprak Analiz Laboratuvarında yaptırılmıştır. Analiz sonucu deneme sahası topraklarının; killi-tınlı yapıda, tuzsuz (%0.03), hafif alkali karakterde (pH 7.6), organik madde (%1.41) ve kireç içeriği (%0.77) düşük, yarayışlı potasyum içeriği yüksek (111.5 kg K₂O da⁻¹), fosfor içeriği ise orta (7.85 kg P₂O₅ da⁻¹) seviyede olduğu belirlenmiştir (Kacar, 2012).

Çizelge 1. Araştırma sahasının uzun yıllar (1940– 2017) ve 2018 yılı yetiştirme sezonuna ait bazı iklim özellikleri*.

Table 1. Some climatic characteristics of the study region for long years and the growing season of 2018*.

Aylar	Yağış miktarı (mm)		Ortalama sıcaklık (°C)		Ortalama nispi nem (%)	
	UYO**	2018	UYO	2018	UYO	2018
Nisan	70.3	30.2	5.9	9.0	71.7	57.3
Mayıs	70.3	95.2	11.9	12.5	65.7	74.5
Haziran	44.1	71.7	16.4	17.0	59.7	66.1
Temmuz	21.5	8.1	21.0	23.1	53.3	44.4
Ağustos	12.9	13.2	21.2	22.6	49.4	46.8
Toplam/Ortalama	219.1	218.4	15.3	16.8	60.0	57.8

*MGM: 2018, **, Uzun yıllar ortalaması

Metot

Araştırmada ülkemizde tescil edilen 4 yem bezelyesi çeşidi (Taşkent, Özkaynak, Ürünü ve Kirazlı) ve 3 farklı ekim zamanı (ED₁; 5 Nisan, ED₂; 21 Nisan ve ED₃; 6 Mayıs) faktör olarak yer almıştır. Gübre materyali olarak da, %21'lik amonyum sülfat ve %39-42'lik triplesüperfosfat gübreleri tercih edilmiştir. Çalışma 2018 yılı bahar döneminde sulu koşullarda Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekim zamanları ana parsellere, çeşitler ise alt parsellere yerleştirilmiştir. Ekim dönemleri arasında 15 günlük bir zaman diliminin olmasına özen gösterilmiştir. Denemede toplam 36 parsel yer almış ve her bir parselin alanı (uzunluğu 5.0 m x genişliği 1.75 m) 8.75 m² olarak planlanmıştır. Ana parseller arasında 2.0 m, alt parseller arasında 1.25 m ve bloklar arasında ise 1.5 m boşluk bırakılmış ve toplam araştırma alanı 652.5 m² (uzunluk 36.25 m x en 18.0 m) olmuştur. Ekimler 35 cm sıra aralığında 5 sıra olacak şekilde yapılmış ve dekara 12 kg tohumluk kullanılmıştır (Geren ve Alan, 2012). Tohum yatağı ve parselizasyon işlemlerinden sonra her ekim döneminde dekara 4.0 kg saf N ve 12 kg saf P₂O₅ gelecek şekilde gübreleme işlemleri yapılmış ve toprağa karıştırılmıştır (Ateş ve Tekeli, 2017). Her ekim döneminde tohumlar, toprağın tavad olduğu dönemde markörle 4.0 cm derinliğinde açılan çizilere elle yapılmış ve üzerleri bastırılmıştır (Geren ve Alan, 2012). Bitkiler toprak yüzeyine çıktıktan sonra ihtiyaç duyduğu dönemde (yaprakların pörsümeye başladığı vakit) yeter miktarda su, salma sulama yöntemi ile karşılanmıştır. Parsel, blok ve sıra aralarında oluşan yabancı otlar ise elle çapalama ve çekme yöntemi ile kontrol altına alınmıştır. Son aşamada bitkiler biçim olgunluğuna geldiğinde kenarlardan birer sıra ve başlardan da 0.5 m'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmış ve geriye kalan kısımlarda örnekleme ve ölçüm işlemleri yapılmıştır. Hasatlar bitkilerdeki alt baklaların tam şeklini aldığı, ancak tane doldurmaya henüz başladığı dönemde orak vasıtasıyla toprak seviyesinden biçilerek gerçekleştirilmiştir (Açıkgöz ve ark., 2007). Parseldeki bitkilerin ekim tarihi ile %10'nun çiçeklendiği tarih arasında geçen gün sayısı çiçeklenmeye başlama zamanı olarak alınmıştır (Açıkgöz ve ark., 2007). Hasat dönemine gelen parsellerde hasat öncesi hasat alanı içinde kalan kısımda tesadüfen 10 bitki seçilerek, bitkilerin cm cinsinden boyu (Sarıçiçek, 1995), dijital kumpasla mm cinsinden ana sap kalınlıkları ve bitki başına dal sayıları ölçülmüştür (Tan ve ark., 2013). Daha sonra parsel kenarlarından birer sıra ve başlardan da 0.5 m'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmış ve geriye kalan 4.2 m²'lik kısım biçilerek bitkilerin yaş ot verimleri (kg da⁻¹), kuru madde oranları (%) ve kuru ot verimleri (kg da⁻¹) Açıkgöz ve ark. (2007) ve Timurağaoğlu ve ark. (2004) tarafından geliştirilen yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Son aşamada ise kurutulup öğütülen yem örneklerinde Mikro Kjeldahl metoduna göre belirlenen toplam %N oranları 6.25 katsayısı ile çarpılarak ham protein oranı (AOAC, 1997), Van Soest ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak da asit çözücülerde çözünemeyen lif (ADF) ve nötr çözücülerde çözünemeyen lif (NDF) oranları belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler JMP 5.0.1 istatistik paket programında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamaların gruplandırılması LSD testine göre yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çiçeklenmeye Başlama Zamanı (gün) ve Bitki Boyu(cm)

Farklı dönemlerde ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin çiçeklenmeye başlama zamanları ve bitki boylarına ait LSD değerleri, önemlilik düzeyleri ve ortalama değerler Çizelge 2’de sunulmuştur. Çizelge 2 incelendiğinde, ekim zamanları açısından çiçeklenmeye başlama zamanları farklılık göstermiş ve 89.8 gün ile en geç çiçeklenme ilk ekim zamanında, 71.1 gün ile en erken çiçeklenme ise son ekim döneminde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bu sonuçlar, ekim dönemi geciktikçe bitkilerin daha erken bir zaman diliminde çiçeklenmeye başladıklarını göstermiştir. Bu, geç ekimlerde daha yüksek hava sıcaklığına maruz kalan bitkilerin generatif olgunluğa daha erken bir dönemde geçmesinden kaynaklanmış olabilir. Çünkü toplam sıcaklık gereksinimlerini daha kısa zaman diliminde karşılayan bitkiler daha erken bir dönemde generatif aşamaya geçebilmektedirler (Pulvento ve ark., 2010; Tan ve Temel, 2019). Nitekim farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda ekim zamanına bağlı olarak çiçeklenmeye başlama zamanlarının farklılık gösterdiği ve en geç çiçeklenmenin erken dönemde yapılan ekimlerden elde edildiği rapor edilmiştir (Sayar ve ark., 2009; Geren ve Alan, 2012; Temel ve ark., 2021). Çiçeklenmeye başlama zamanları çeşitler arasında da farklılık göstermiş ve en erken çiçeklenme 73.1 gün ile Kirazlı’da, en geç çiçeklenme ise 85.7 gün ile Ürünlü çeşidinde saptanmıştır (Çizelge 2). Oluşan bu farklılıklar çeşitlerin genetik yapısına bağlı olarak erkenci veya geççi olmalarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim aynı çeşitlerin yer aldığı farklı ekolojilerde yürütülen çalışmalarda da Kirazlı’nın erkenci, Özkaynak’ın da geççi bir çeşit olduğu rapor edilmiş (Konuk ve Tamkoç, 2018; Temel ve ark., 2021) ve bu sonuçlar mevcut araştırma bulgularıyla paralellik göstermiştir. Ayrıca ülkemizin farklı ekolojik koşullarında yürütülen çalışmalarda da çiçeklenmeye başlama zamanlarının çeşitler arasında farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur (Seydeşoğlu, 2013; Yörük, 2016; Ömeroğlu, 2018).

Çizelge 2. Farklı dönemlerde ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin çiçeklenmeye başlama zamanı ve bitki boyu.

Table 2. The flowering time and plant height of forage pea varieties grown in different periods.

Çeşitler (Ç)	Çiçeklenmeye başlama zamanı (gün)				Çeşit	Bitki boyu (cm)			Çeşit
	ED ₁	ED ₂	ED ₃	Ortalama		ED ₁	ED ₂	ED ₃	
Kirazlı	82.0	73.0	64.3	73.1 d**	134.3	102.0	97.4	111.2	
Özkaynak	92.7	81.3	74.3	82.8 b	127.1	104.9	96.5	109.5	
Taşkent	88.7	76.7	69.0	78.1 c	126.6	103.1	97.5	109.1	
Ürünlü	95.7	84.7	76.7	85.7 a	131.7	100.2	90.7	107.5	
ED. ortalama	89.8 a**	78.9 b	71.1 c	79.9	129.9 a**	102.6 b	95.5 c	109.3	
LSD değeri	ED: 0.73, Ç: 0.73, ED x Ç: ö.d.				ED: 6.72, Ç: ö.d., ED x Ç: ö.d.				

** , farklı harfleri takip eden ortalamalar %1 seviyesinde önemlidir, ö.d. önemsiz değer. ED: Ekim dönemi.

İstatistiki olarak sadece ekim zamanının önemli bulunduğu bitki boyu açısından incelendiğinde en yüksek bitki boyu 129.9 cm ile Nisan başında yapılan ilk ekim zamanında, en düşük boylanma ise 95.5 cm ile Mayıs başında yapılan son ekim döneminde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bu sonuçlar, ekim zamanının geciktirilmesiyle bitki boylarında önemli düşüşlerin olduğunu göstermiştir. Bu geç ekimlerde artan hava sıcaklıklarına maruz kalan bitkilerin yeterli bir boylanma göstermeden generatif aşamaya geçmiş olmasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü yem bezelyesi gibi serin mevsim bitkilerinde artan hava sıcaklıkları bitkilerde vejetatif gelişmeyi sona erdirmekte, generatif aşamaya geçmelerine neden olmaktadır (Tan, 2018). Nitekim farklı bölgelerde yürütülen çalışmalarda da ekim döneminin geciktirilmesiyle bitki boylarında önemli azalamaların olduğu rapor edilmiştir (Kaya ark., 2003; Sarıkaya, 2019; Temel ve ark., 2021).

Ana Sap Kalınlığı (mm) ve Dal Sayısı (adet bitki⁻¹)

Ağrı-Eleşkirt koşullarında farklı yem bezelyesi çeşitleri ve ekim zamanlarının test edildiği bu çalışmada ana sap kalınlığı ve dal sayısına ait ortalama değerler Çizelge 3’te sunulmuştur. Ana sap kalınlığı ekim dönemleri arasında önemli farklılık göstermiş ve en yüksek sap kalınlığı son dönemde yapılan ekimde (3.03 mm) belirlenmiştir. Bu, geç yapılan ekimlerde artan ışık ve sıcaklık şiddetine bağlı olarak bitkilerin yeterli bir boylanma göstermeden biçim olgunluğuna gelmesinden kaynaklanmış olabilir. Çeşitler açısından değerlendirildiğinde, en yüksek sap kalınlıkları Ürünlü (2.97 mm), Taşkent (2.92 mm) ve Özkaynak (2.91 mm) çeşitlerinde ölçülmüş ve bu çeşitlerin sap kalınlıkları aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 3). İğdir ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada da Taşkent (2.81 mm) ve Özkaynak (2.84 mm) çeşitlerinin Kirazlı (2.42 mm) çeşidinden daha yüksek bir sap kalınlığına sahip olduğu rapor edilmiş (Temel ve ark., 2021) olup, bu bulgular mevcut araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir. Mevcut çalışmada bitki başına dal sayısı sadece ekim dönemleri arasında önemli bulunmuştur. Buna göre en yüksek dal sayısı aynı istatistiki grupta yer alan ikinci (1.6 adet) ve üçüncü ekim (1.7 adet) zamanında, en düşük değer ise 1.3 adet ile ilk ekim döneminde belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı dönemlerde ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin ana sap kalınlığı ve dal sayısı.

Table 3. The stem thickness and number of branches of forage pea varieties grown in different periods.

Çeşitler (Ç)	Ana sap kalınlığı (mm)			Çeşit Ortalama	Dal sayısı (adet bitki ⁻¹)			Çeşit Ortalama
	ED ₁	ED ₂	ED ₃		ED ₁	ED ₂	ED ₃	
Kirazlı	2.64	2.56	2.91	2.71 b**	1.3	1.5	1.7	1.5
Özkaynak	2.91	2.82	2.99	2.91 a	1.5	1.7	1.6	1.6
Taşkent	3.04	2.76	2.96	2.92 a	1.4	1.6	1.6	1.6
Ürünlü	2.93	2.73	3.26	2.97 a	1.2	1.5	1.7	1.5
ED. ortalama	2.88 ab*	2.72 b	3.03 a	2.88	1.3 b**	1.6 a	1.7 a	1.6
LSD değeri	ED: 0.22, Ç: 0.12, EZ x Ç: ö.d.				ED: 0.09, Ç: ö.d., EZ x Ç: ö.d.			

** ve *, farklı harfleri takip eden ortalamalar sırasıyla %1 ve %5 seviyesinde önemlidir, ö.d. önemsiz değ. ED: Ekim dönemi.

Bu sonuçlar ekim döneminin geciktirilmesiyle bitki başına dallanmanın daha fazla oluştuğunu göstermiştir. Nitekim Van koşullarında yem bezelyesi ile yürütülen bir çalışmada son dönemde yapılan ekimlerin erken dönemde yapılan ekimlere göre daha fazla dal sayına sahip oldukları rapor edilmiştir (Gündoğdu, 2006).

Yaş Ot Verimi (kg da⁻¹) ve Kuru Ot Verimi (kg da⁻¹)

Ağrı-Eleşkirt koşullarında farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaş ot ve kuru ot verimlerine ait önemlilik düzeyleri, LSD ve ortalama değerler Çizelge 4'te sunulmuştur. Ekim dönemlerine bağlı olarak elde edilen yaş ot verimleri 1026.2 – 2053.1 kg da⁻¹, kuru ot verimleri ise 204.4 – 398.2 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Mevcut bu sonuçlar ekim zamanı geciktikçe yaş ve kuru ot verimlerin önemli oranda düştüğünü göstermiştir. Bu, erken dönemde yapılan ekimlere göre geç tarihte yapılan ekimlerde bitkilerin ortam koşulları ve kültürel uygulamalardan daha az istifade etmesinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim benzer sonuçlar farklı ekolojik koşullarda yürütülen çalışmalarda da ortaya konmuş ve ekim zamanının geciktirilmesiyle bitkilerin yaş ot ve kuru ot verimlerinde önemli kayıpların yaşandığı rapor edilmiştir (Sarıkaya, 2019; Temel ve ark., 2021). Ayrıca ekim dönemlerine bağlı olarak yaş ot verimlerinde önemli farklılıklar görüldüğü öncesinde yürütülen çalışmalar tarafından da ortaya konmuştur (Kaya ve ark., 2003, Düzdemir ve ark., 2004). Çeşitler açısından değerlendirildiğinde en düşük yaş ot (1231.7 kg da⁻¹) ve kuru ot (239.5 kg da⁻¹) verimleri Özkaynak çeşidinde belirlenirken, en yüksek yaş ot verimi Taşkent (1792.7 kg da⁻¹)'te, kuru ot verimi ise aynı istatistiki grupta yer alan Ürünlü (319.1 kg da⁻¹) ve Taşkent (317.7 kg da⁻¹) çeşitlerinde belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı dönemlerde ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaş ot ve kuru ot verimleri.

Table 4. The fresh and dry hay yields of forage pea varieties grown in different periods.

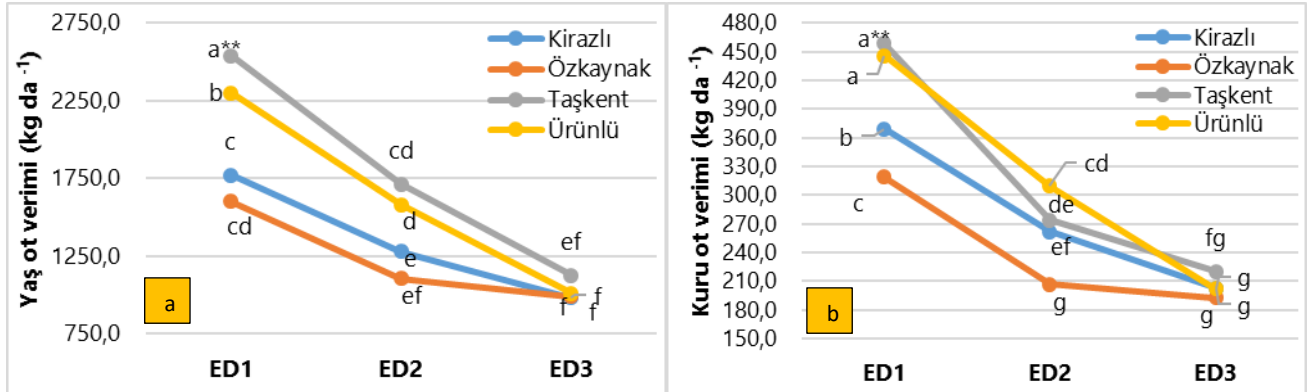
Çeşitler (Ç)	Yaş ot verimi (kg da ⁻¹)			Çeşit Ortalama	Kuru ot verimi (kg da ⁻¹)			Çeşit Ortalama
	ED ₁	ED ₂	ED ₃		ED ₁	ED ₂	ED ₃	
Kirazlı	1771.4	1276.2	981.0	1342.9 c**	369.3	261.5	202.4	277.7 b**
Özkaynak	1600.0	1104.8	990.5	1231.7 d	319.0	207.0	192.5	239.5 c
Taşkent	2540.0	1714.3	1123.8	1792.7 a	458.7	274.1	220.4	317.7 a
Ürünlü	2301.0	1580.9	1009.5	1630.5 b	445.7	309.4	202.2	319.1 a
ED. ortalama	2053.1 a**	1419.0 b	1026.2 c	1499.4	398.2 a**	263.0 b	204.4 c	288.5
LSD değeri	ED: 61.42, Ç: 104.46, ED x Ç: 180.92				ED: 38.05, Ç: 23.97, ED x Ç: 41.53			

** , farklı harfleri takip eden ortalamalar %1 seviyesinde önemlidir. ED: Ekim dönemi

Çeşitlerin farklı genetik yapıya sahip olmaları buna neden olmuş olabilir. Öncesinde farklı ekolojik koşullarda yürütülen araştırmalarda da yaş ot (1156.13-4057.2 kg da⁻¹) ve kuru ot (189.6-1190.3 kg da⁻¹) verimlerinin çeşitler arasında önemli farklılıklar gösterdiği rapor edilmiştir (Tekeli ve Ates, 2003; Timurağaoğlu ve ark., 2004, Bilgili ve ark., 2007; Sayar ve ark., 2009; Geren ve Alan, 2012; Uzun ve ark., 2012; Seydoşoğlu, 2013; Kavut ve ark., 2016; Yörük, 2016; Konuk ve Tamkoç, 2018; Temel ve ark., 2021). Çeşitler arasında oluşan bu farklılıkların araştırmanın yapıldığı bölgenin ekolojik koşullarından, kültürel uygulamalardan ve çeşitlerin farklı genetik yapıya sahip olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ekim zamanı x çeşit etkisi açısından yaş ot ve kuru ot verimleri istatistiki olarak önemli farklılık göstermiştir. Buna göre en yüksek yaş ot verimi ilk dönemde ekimi yapılan Taşkent (2540.0 kg da⁻¹) çeşidinde (Şekil 1a), en yüksek kuru ot verimi ise erken dönemde ekimi yapılan Taşkent (458.7 kg da⁻¹) ve Ürünlü (445.7 kg da⁻¹) çeşitlerinde (Şekil 1b) alınmıştır. İkinci ekim dönemine göre üçüncü ekim zamanında Özkaynak ve Kirazlı çeşitlerine ait yaş ot verimlerinin diğer iki çeşide göre daha düşük bir oranda azalma göstermesi yaş ot verimi açısından ikili etkisinin önemli çıkmasına neden olmuş olabilir. Kuru ot verimi açısından ise, birinci ekim zamanına göre ikinci ekim döneminde Taşkent çeşidinin diğer çeşitlere göre daha yüksek oranda düşüş

göstermesi ve ikinci ekim dönemine göre de üçüncü ekim zamanında Özkaynak çeşidinin diğer çeşitlere göre daha düşük bir oranda azalma göstermesi ekim dönemi x çeşit interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuş olabilir. Dolayısıyla çeşitlerin ekim zamanlarına göre farklı tepki göstermesi yaş ot ve kuru verimlerinin önemli çıkmasına neden olmuştur.



** , farklı harfleri takip eden çizimler %1 seviyesinde önemlidir.

Şekil 1. Yaş ot (a) ve kuru ot verimi (b) üzerine ekim dönemi x çeşit interaksiyonunun etkisi.

Figure 1. The effect of sowing period x variety interaction on the fresh herbage (a) and dry herbage yield (b).

Kuru Madde Oranı (%) ve Ham Protein Oranı (%)

Farklı zamanlarda ekimi yapılan yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama kuru madde ve ham protein oranları Çizelge 5’de verilmiştir. Çizelge 5 incelendiğinde kuru madde oranı sadece çeşitler açısından önemli bulunmuş ve en yüksek kuru madde oranı %20.70 ile Kirazlı’da, en düşük değer ise Taşkent çeşidinde belirlenmiştir. Farklı ekolojik koşullarda aynı çeşitlerle yürütülen çalışmalarda da Kirazlı çeşidinin daha yüksek, Taşkent çeşidinin ise daha düşük kuru madde oranına sahip olduğu bulunmuştur (Kavut ve ark., 2016; Temel ve ark., 2021). Ayrıca Türkiye’nin farklı bölgelerinde yapılan araştırma sonuçlarında kuru madde oranlarının çeşitler arasında farklılık gösterdiği ortaya konmuştur (Açıkgöz ve ark., 2007; Bilgili ve ark., 2007; Geren ve Alan, 2012).

Çizelge 5. Farklı dönemlerde ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin kuru ot ve ham protein oranı.

Table 5. The dry matter and crude protein ratio of forage pea varieties grown in different periods.

Çeşitler (Ç)	Kuru ot oranı (%)			Çeşit Ortalama	Ham protein oranı (%)			Çeşit Ortalama
	ED ₁	ED ₂	ED ₃		ED ₁	ED ₂	ED ₃	
Kirazlı	20.97	20.57	20.57	20.70 a**	20.19	19.48	16.53	18.73 b*
Özkaynak	19.93	18.73	19.53	19.40 b	21.74	21.43	20.78	21.32 a
Taşkent	18.00	15.97	19.63	17.87 c	21.20	18.94	18.22	19.45 b
Ürünlü	19.37	19.50	19.97	19.61 b	21.39	19.77	19.57	20.24 ab
ED. ortalama	19.57	18.69	19.93	19.39	21.13 a**	19.90 b	18.77 c	19.94
LSD değeri	ED: ö.d., Ç: 1.04, ED x Ç: ö.d.				ED: 0.53, Ç: 1.72, ED x Ç: ö.d.			

** ve *, farklı harfleri takip eden ortalamalar sırasıyla %1 ve %5 seviyesinde önemlidir, ö.d. önemsiz değer. ED: Ekim dönemi.

Mevcut çalışmada ham protein oranı ekim dönemleri ve çeşitler arasında önemli farklılıklar göstermiştir (Çizelge 5). Ekim dönemleri açısından değerlendirildiğinde ekim zamanının geciktirilmesiyle yem örneklerinin ham protein içeriğinin azaldığı görülmüştür. Buna göre en yüksek ve en düşük ham protein oranları sırasıyla ilk ve son ekim döneminde belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu, erken dönemde yapılan ekimde dal sayısı ve ana sap kalınlığının diğer ekim dönemlerine göre daha düşük olmasından kaynaklanmış olabilir (Çizelge 3). Çünkü yem materyali olarak tercih edilen bitkilerde düşük dal sayısı ve sap kalınlığı yaprak/sap oranını arttırmakta, bu da yemin ham protein içeriğinin yüksek olmasına neden olmaktadır (Sarıkaya, 2019). Nitekim yaprak kısımları hücre içi maddeler (nişasta, şeker, protein ve yağ) yönünden saplara göre daha zengindirler (Önal Aşçı ve Acar, 2018). Konu ile ilgili olarak öncesinde yapılan çalışmalarda da ekim zamanı geciktikçe bitkilerin ham protein oranlarının azaldığı ifade edilmiştir (Tekeli ve Ateş, 2007; Türk ve ark., 2007; Temel ve ark., 2021). Çeşitler açısından incelendiğinde, çeşitlerin ham protein içerikleri %18.73 ile %21.32 arasında değişim göstermiş ve Özkaynak çeşidi %21.32 ile diğer çeşitlerden daha yüksek bir ham protein içeriğine sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 5). Bu, çeşitlerin farklı genetik yapıya ve doku organizasyonuna sahip olmalarından kaynaklanmış olabilir. İğdir koşullarında yürütülen bir çalışmada da Taşkent çeşidi ile aynı istatistiki grupta yer alan Özkaynak çeşidi en yüksek, Kirazlı ise en düşük ham protein oranına sahip olduğu rapor edilmiş (Temel ve ark., 2021) ve bu sonuçlar bizim araştırma bulgularımızla paralellik göstermiştir. Ayrıca Türkiye’nin farklı ekolojik koşullarında yürütülen çalışmalarda da ham protein

oranının çeşitler arasında farklılık gösterdiği ifade edilmiştir (Tekeli ve Ateş, 2007; Uzun ve Aşık, 2009; Uzun ve ark., 2012; Ömeroğlu, 2016).

Nötr Çözücülerde Çözünemeyen Lif Oranı (%) ve Asit Çözücülerde Çözünemeyen Lif Oranı (%)

Ağrı-Eleşkirt koşullarında farklı yem bezelyesi çeşitleri ve ekim dönemlerinin test edildiği mevcut çalışmada, nötr çözücülerde çözünemeyen lif (NDF) ve asit çözücülerde çözünemeyen lif (ADF) oranı üzerine sadece ekim zamanlarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Çizelge 6 incelendiğinde, ekim dönemleri geçiktirildikçe yemlerin NDF ve ADF içeriklerinin arttığı ve en düşük oranların ise ilk ekim zamanında belirlendiği görülmüştür. Bu, ilk ekim zamanlarına göre son dönemde yapılan ekimlerde dal sayısı ve ana sap kalınlığının daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir (Çizelge 3). Çünkü bitki sapları yaprağa göre daha fazla miktarda selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi hücre dışı maddeler içermektedir (Önal Aşçı ve Acar, 2018).

Çizelge 6. Farklı dönemlerde ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin nötr ve asit çözücülerde çözünemeyen lif (NDF ve ADF) oranı.
Table 6. The neutral and acid detergent fiber ratio (NDF and ADF) of forage pea varieties grown in different periods.

Çeşitler (Ç)	NDF oranı (%)			Çeşit Ortalama	ADF oranı (%)			Çeşit Ortalama
	ED ₁	ED ₂	ED ₃		ED ₁	ED ₂	ED ₃	
Kirazlı	41.07	45.67	45.76	44.17	31.69	31.75	32.83	32.09
Özkaynak	41.84	44.61	46.51	44.32	30.23	33.05	35.74	33.01
Taşkent	41.66	41.50	44.59	42.59	32.89	33.67	35.56	34.04
Ürünlü	42.37	44.02	47.44	44.61	34.55	36.08	36.33	35.65
ED. ortalama	41.74 c**	43.95 b	46.08 a	43.92	32.34 c**	33.64 b	35.11 a	33.70
LSD değeri	ED: 1.81, Ç: ö.d., ED x Ç: ö.d.				ED: 1.28, Ç: ö.d., ED x Ç: ö.d.			

** , farklı harfleri takip eden ortalamalar %1 seviyesinde önemlidir, ö.d. önemsiz değer. ED: Ekim dönemi

SONUÇ

Karasal iklim özelliğine sahip Ağrı-Eleşkirt koşullarına uygun yem bezelyesi çeşitleri ve ekim zamanlarının test edildiği bu çalışmada; ekim zamanlarına göre çeşitlerin çiçeklenmeye başlama gün sayısı 71.1-89.8, sap kalınlığı 2.71-2.97, bitki boyu 107.5-111.2 cm, dal sayısı 1.5-1.6 adet, yaş ot verimi 1231.7-1792.7 kg da⁻¹, kuru madde oranı %19.40-20.70, kuru ot verimi 277.7-319.1 kg da⁻¹, ham protein oranı %18.73-21.32, ADF oranı %32.09-35.65 ve NDF oranı %41.74-46.08 arasında değişim göstermiştir. İncelenen verim özellikleri açısından Taşkent ve Ürünlü, kalite özellikleri açısından ise Özkaynak ve Ürünlü çeşitleri ilk sırada yer almıştır. Ayrıca Nisan başında yapılan ilk ekim döneminde elde edilen otun verim ve kalitesi en yüksek seviyede bulunmuş ve ekim zamanı geciktirildikçe otun verim ve kalitesinde önemli düşüşlerin yaşandığı belirlenmiştir. Sonuç olarak bölgede yüksek verim ve kalitede bir kaba yem üretimi için Ürünlü ve Taşkent çeşitlerinin uygun olduğu ve yazlık ekimlerin ilk fırsatta yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İğdir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. 2019-FBE-L03 no.lu projeye sağlamış oldukları finansman desteklerinden dolayı BAP birimine teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E., Üstün, A., Gül, İ., Anlarsal, E., Tekeli, A. S., Nizam, İ., Avcıoğlu, R., Geren, H., Çakmakçı, S., Aydınoğlu, B., Yücel, C., Avcı, M., Acar, Z., Ayan, İ., Uzun, A., Bilgili, U., Sincik, M., & Yavuz, M. (2007). *Yem bezelyesi (Pisum sativum L.)'inde genotip x çevre ilişkileri ve kuru madde ile tohum veriminde stabilite analizleri*. Türkiye 7. Tarla Bitkileri Kongresi, Erzurum.
- Alatürk, F., Çınar, Ç., & Gökkuş, A. (2021). Farklı sıra aralıklarının bazı yem bezelyesi çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8, 53-57.

- AOAC. (1997). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. 16. Ed. 3. Revision. Arlington, VA, USA.
- Ateş, E., & Tekeli, A. S. (2017). Farklı taban gübresi uygulamalarının yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)'nin ot verimi ve kalitesine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 13-16.
- Bilgili, U., Uzun, A., Sincik, M., Yavuz, M., Açıkgöz, E., Üstün, A., Gül, İ., Anlarsal, E., Tekeli, A.S., Nizam, İ., Avcıoğlu, R., Geren, H., Çakmakçı, S., Aydınoglu, B., Yücel, C., Avcı, M., Acar, Z., & Ayan, İ. (2007). *Farklı yaprak tiplerindeki yemlik bezelye hatlarının verim ve bazı verim özelliklerinin belirlenmesi*. Türkiye 7. Tarla Bitkileri Kongresi, Erzurum.
- Çil, A. N., Çil, A., Yücel, C., & Açıkgöz, E. (2007). *Harran ovası koşullarında bazı bezelye (Pisum sativum L.) hatlarının verim ve verim özellikleri*. Türkiye 7. Tarla Bitkileri Kongresi, Erzurum.
- Düzdemir, O., Ece, A., Akdağ, C., & Uysal, F. (2004). *Bezelyede kışlık ve yazlık yetiştirilme olanaklarının belirlenmesi*. V. Sebze Tarımı Sempozyumu, Çanakkale.
- Geren, H., & Alan, Ö. (2012). Farklı ekim zamanlarının iki bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşidinde ot verimi ve diğer bazı özellikler üzerine etkileri. *Anadolu Dergisi*, 22, 37-47.
- Göçmen, N., & Özasan Parlak, A. (2017). Yem bezelyesi ile arpa, yulaf ve Tritikale karışım oranlarının belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5, 119-124.
- Gündoğdu, Y. (2006). *Farklı ekim zamanı uygulamaların bezelye (Pisum sativum ssp. arvense L.)'de verim ve verim öğelerinin etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kacar, B. (2012). *Toprak Analizleri*. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 484, Ankara.
- Kadioğlu, S., & Tan, M. (2018). Erzurum şartlarında farklı tarihlerde kışlık ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin verim ve bazı özellikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27, 25-32.
- Kavut, Y. T., Çelen, A. E., Çıbık, Ş. E., & Urtekin, M. A. (2016). Ege Bölgesi koşullarında farklı sıra arası mesafelerinde yetiştirilen bazı yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) çeşitlerinin verim ve diğer bazı özellikleri üzerine bir araştırma. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, 225-229.
- Kaya, M., Çiftçi, C. Y., Atak, M., & Kaya, M.D. (2003). *Winner bezelye (Pisum sativum L.) çeşidinde farklı aşılama yöntemleri azotlu gübre dozları ile ekim zamanlarının verim ve bazı özellikler üzerine etkileri*. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, Diyarbakır.
- Keskin, B., Temel, S., & Eren, B., 2021. Farklı zamanlarda ekilen bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) çeşitlerinin tohum ve kesinin besin değerleri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7, 96-105.
- Konuk, A., & Tamkoç, A. (2018). Yem bezelyesinde kışlık ve yazlık ekimin bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7, 39-50.
- MGM. (2019). *Başbakanlık DMİ Genel Müdürlüğü Meteoroloji Bültenleri*, Ankara
- Mukherjee, D., Sharma, B. R., & Mani, J. K. (2013). Influence of different sowing dates and cultivars on growth, yield and disease incidence in garden pea (*Pisum sativum*) under Mid Hill Stuation. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 83, 918-923.
- Ömeroğlu, E. (2016). *Isparta koşullarında bazı yem bezelyesi (Pisum arvense L.) çeşitlerinin ot ve tohum verimleri ile bazı verim öğelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Önal Aşçı, Ö., & Acar, Z. (2018). *Kaba Yemlerde Kalite*. Pozitif Matbaacılık ve Ambalaj Sanayi Ticaret Limited Şirketi, Ankara.
- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., D'Andria, R., Lafelice, G., & Marconi, E. (2010). Field trial evaluation of two *Chenopodium quinoa* genotypes grown under rain-fed conditions in a typical Mediterranean environment in South Italy. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196, 407-411.
- Sarıççek, B. Z. (1995). *Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No:16, Samsun.
- Sarıkaya, M. F. (2019). *Eskişehir ovasında ekim zamanı ve bitki sıklığının yem bezelyesinin ot verimi üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Sayar, M. S., Anlarsal, A. E., Açıkgöz, E., Başbağ, M., & Gül, İ. (2009). *Diyarbakır koşullarında bazı yem bezelyesi (P. arvense L.) hatlarının verim ve verim unsurlarının belirlenmesi*. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Hatay.
- Seydoşoğlu, S. (2013). Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) genotiplerinin verim ve verim unsurları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13, 121-131.
- Shaukat, S. A., Ahmad, Z., Chodry, Y. A., & Shaukat, S. K. (2012). Effect of different sowing dates and row spacing on then growth, seed yield and quality of off-season pea (*Pisum sativum* L. cv. Climax) under temperate conditions of Rawalakot Azad Jammu and Kashmir. *Scientific Journal of Agricultural*, 1, 117-125.

- Sheaffer, C. C., & Moncada, K. M. (2012). *Introduction to Agronomy-Food, Crops and Environment*. 2nd Ed. Delmar, Clifton Park, NY.
- Tan, M. (2018). *Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri*. Erzurum Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Yayınları No: 256, Erzurum.
- Tan, M., Koç, A., Dumlu Gül, Z., Elkoca, E., & Gül, I. (2013). Determination of dry matter yield and yield component of local forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotypes. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19, 289-296.
- Tan, M., & Temel, S. (2012). *Alternatif Yem Bitkileri*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Yayınları No: 246, Erzurum.
- Tan, M., & Temel, S. (2019). *Her Yöneye Kinoa, Önemi, Kullanılması ve Yetiştiriciliği*. Iksad Publishing House, Ankara.
- Tekeli, A. S., & Ateş, E. (2003). Yield and its components in field pea (*Pisum arvense* L.) Lines. *Journal of Central European Agriculture*, 4, 313-317.
- Tekeli, A. S., & Ateş, E. (2007). *Farklı biçim dönemlerinin yem bezelyesi (Pisum arvense L.)-buğday (Triticum aestivum L.) karışımının yem verimi ve kalitesi ile tetani oranına etkileri*. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, Erzurum.
- Temel, S., Keskin, B., Tosun, R., & Çakmakçı, S., 2021. Yazlık olarak ekilen yem bezelyesi çeşitlerinde ot verim ve kalite performanslarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 411-419.
- Timurağaoğlu, K. A., Genç, A., & Altınok, S. (2004). Ankara koşullarında yem bezelyesi hatlarında yem ve tane verimleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10, 457-461.
- Ton, A. (2013). *Çukurova koşullarında farklı ekim zamanlarının bazı bezelye (Pisum sativum ssp. sativum L.) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkisi üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- TÜİK. (2020). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2018-27635>. Erişim tarihi: 06 Nisan 2021.
- TÜİK. (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi: 20 Nisan 2021.
- Türk, M., Albayrak, S., & Yüksel, O. (2007). Effectes of phophorus fertilization and harvesting stages on forage yield and quality of narbon vetch. *New Zealand Journal Agriculctere. Research*, 50, 457-462.
- Uzun, A., & Aşık, F. F. (2009). *Bezelye+yulaf karışımında farklı karışım oranları ile biçim zamanlarının otun verimi ve kalitesi üzerine etkisi*. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Hatay.
- Uzun, A., Gün, H., & Açıkgöz, E. (2012). Farklı gelişme dönemlerinde biçilen bazı yem bezelyesi çeşitlerinin ot, tohum ve ham protein verimlerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26, 27-38.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. D., & Lewis, B. A. (1991). Methods for diatery fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animals nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Yörük, V. (2016). *Sivas ekolojik koşullarında bazı yem bezelyesi genotiplerinin agro morfolojik özelliklerinin ve külleme hastalığına (Erysiphe polygoni) karşı reaksiyonları*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.



Araştırma Makalesi

Geç Olum Süresine Sahip Bazı Tatlı Sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Genotiplerinin Biyokütle Verimi ve Yem Kalitesinin Belirlenmesi

Abdullah Öktem* , Ayşe Gülgün Öktem , Dicle Demir 

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Geliş tarihi (Received): 30.04.2021

Kabul tarihi (Accepted): 04.07.2021

Anahtar kelimeler:

Tatlı sorgum, biyokütle, NDF, ADF, ADL

Özet. Araştırmada geç olgunlaşma süresine sahip tatlı sorgum genotiplerinin biyokütle verimi ve yem kalite öğelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak 2019 yılı ana ürün yetiştirme sezonunda Harran Ovası 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 genotipleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre tatlı sorgum genotiplerinde gözlenen çiçeklenme süresi 77.6 ile 108.0 gün, bitki boyu 250.80 cm ile 476.30 cm, sap kalınlığı 19.55 mm ile 27.99 mm arasında değişmiştir. Sap oranı %74.72 ile %91.49, yaprak oranı %6.23 ile %20.98, salkım oranı %1.70 ile %7.65 arasında bulunmuştur. Tatlı sorgum genotiplerinin biyokütle verimi 7714.3 ile 16380.9 kg da⁻¹, kuru madde verimi 2521.95 ile 5599.35 kg da⁻¹, ham kül oranı %6.54 ile %10.1 arasında değişmiştir. NDF (Neutral Detergent Fiber) değerleri %55.35 ile %43.68, ADF (Acid Detergent Fiber) değerleri %27.09 ile %34.76, ADL (Acid Detergent Lignin) değerleri %5.51 ile %7.59, hemiselüloz değerleri %15.59 ile %20.59, selüloz oranı ise %21.31 ile %27.17 arasında bulunmuştur. Biyokütle verimi, kuru madde verimi, NDF ve ADF değerleri göz önüne alındığında M81-E, Theis, Tracy ve Dale tatlı sorgum genotiplerinin yem değerlerinin diğerlerine göre daha iyi olduğu görülmüştür. Tatlı sorgum bitkisinin yem kaynağı olarak kullanılabilmesi ve GAP bölgesinde ve benzer iklim koşullarında adaptasyon kabiliyetinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

*Sorumlu yazar

aoktem@harran.edu.tr

Determination of Biomass yield and Forage Quality of Some Late Maturated Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Genotypes

Keywords:

Sweet sorghum, biomass, NDF, ADF, ADL

Abstract. In the research, it was aimed to determine the biomass yield and forage quality 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 Harran Plain 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. According to the results of the research, the flowering period in sweet sorghum genotypes varied between 77.6 and 108.0 days, plant height between 250.80 cm and 476.30 cm, stem diameter between 19.55 mm and 27.99 mm. The stem ratio values were found between 74.72% and 91.49%, leaf ratio 6.23% and 20.98%, panicle ratio between 1.70% and 7.65%. The biomass yield of sweet sorghum genotypes ranged from 7714.3 to 16380.9 kg da⁻¹, dry matter yield from 2521.95 to 5599.35 kg da⁻¹, crude ash ratio from 6.54% to 10.1%. NDF (Neutral Detergent Fiber) values were found between 55.35% and 43.68%. ADF (Acid Detergent Fiber) values were between 27.09% and 34.76%, ADL (Acid Detergent Lignin) values between 5.51% and 7.59%, hemicellulose values between 15.59% and 20.59%, cellulose values between 21.31% and 27.17%. Considering the biomass yield, dry matter yield, NDF and ADF values, it was seen that the feed values of M81-E, Theis, Tracy and Dale sweet sorghum genotypes were better than the others. It has been determined that the sweet sorghum plant has high adaptability in the GAP region and can be used as a feed source in similar climatic conditions.

GİRİŞ

Tatlı sorgum bitkisi (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Poaceae familyasından tek yıllık bir bitkidir. C4 bitkisi olması nedeniyle fotosentez etkinliği yüksektir. Doğu ve Kuzey Afrika orjinli olan bitki güçlü ve hızlı büyüme özelliğine sahiptir. Etkili, derinlere inen ve güçlü kök yapısı ile yaprakları ve gövdesi üzerindeki mum tabakası sayesinde bitkinin kuraklığa dayanıklılığı artmaktadır. Suyu daha efektif kullanan tatlı sorgum bitkisi su tasarrufu sağlayarak diğer bitkilerin yetişemediği marjinal alanlarda bile yetişebilme imkânı bulmaktadır. Tatlı sorgum bitkisi diğer bitkilere göre kullandığı birim su miktarına karşılık daha fazla kuru madde üretmektedir. Toprak seçiciliği fazla olmayan tatlı sorgum bitkisi her türlü toprakta yetişebilmektedir. Hastalık ve zararlılara karşı da dayanıklılığı yüksektir (Öktem ve Öktem, 2018).

Tatlı sorgum bitkisi boyu 5 m'ye kadar uzayabilen bir bitkidir. Erken olgunlaşan genotiplerin sap uzunluğu geç olgunlaşan genotiplerinden daha kısa olmaktadır. Gövde boğum ve boğum aralarından oluşmaktadır. Bitkinin sapı içerisindeki özsuyu tatlı olup, %7.0-18.9 arasında değişen şeker ihtiva etmektedir (Öktem ve ark., 2018). En fazla şeker miktarı sap kısmında bulunmakta olup, bitki özsuyu fruktoz, glikoz, sakkaroz, arabinoz, sukroz, galaktoz gibi 14'ten fazla şeker türünü içermektedir. Saptta bulunan bu şekerli özsuyu fermantasyona tabii tutularak biyoetanol üretilmektedir (Öktem ve ark., 2018). Şekerli özsuyu içeren bitki kısımları hayvan beslenmesinde kullanıldığında yem değeri de artmaktadır.

Tatlı sorgum bitkisinin taneleri ve sapındaki şıradan elde edilen şeker ve pekmez gıda maddesi olarak insan beslenmesinde kullanılabilir. Sorgum unundaki protein glüten barındırmadığından, tahıla alerjisi olan kişiler unundan rahatlıkla faydalanma imkânı bulabilmektedirler.

Bitkinin yeşil aksamı yeşil yem, kuru yem ve silaj olarak hayvan beslenmesinde kullanılabilir. Bitki boyunun uzun olması ve birim alanda çok fazla sayıda kardeş meydana getirmesi nedeniyle birim alan biyokütle ve kuru madde verimi diğer yem bitkilerinden daha fazla olmaktadır.

Taneleri kesif yem yapılarak hayvan beslenmesinde kullanılabilir. 100 g tohumda 4.40 - 21.10 g protein, 55.60 - 75.20 g nişasta, 1.00 - 3.40 g lif, 2.10 - 7.60 g yağ ve 1.30 - 3.30 g kül içermektedir (Abah ve ark., 2020).

Tatlı sorgum bitkisinin toplam ağırlığının, %70-75'i saptan, %10-15'i yapraktan, %10'u kökten ve %7'si tane kısmından oluşmaktadır. Bu oranlar genotipe, kültürel uygulamalara, toprak yapısına, verilen gübre miktarına, ekim sıklığına bağlı olarak değişmektedir (Grassi, 2021).

Dünya'da tatlı sorgum'un yem bitkisi olarak kullanılmasına karşın, Türkiye'de yeni tanınmaya başlamıştır. Tatlı sorgum bitkisinin ülkemizde ve bölgemizde yaygınlaşması ile yem açığı kapatılarak hayvansal üretime ve ülke ekonomisine katkı sağlanabilecektir.

Araştırmada geç olgunlaşma süresine sahip bazı tatlı sorgum genotiplerinin yem olarak kullanılabilir potansiyellerinin ortaya çıkarılması, GAP bölgesi ana ürün koşullarında adaptasyon kabiliyetlerinin, biyokütle verimi ve yem kalite öğelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

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.

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. Tatlı sorgum bitkisi yetiştiriciliğini kısıtlayıcı iklimsel bir unsur oluşmamış, yapılan sulama ile bitkiler sorunsuz olarak yetiştirilmiştir.

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 düzleştirilmiş ve 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.

Çizelge 1. Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri.

Table 1. Some soil characteristics of the experimental area.

Derinlik (cm)	Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	Organik madde (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kireç (%)	pH	N (kg da ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	K ₂ O (kg da ⁻¹)
0-30	1.37	1.2	7	34	59	7.3	2.5	2.7	128
30-60	1.40	0.8	17	25	58	7.2	1.2	2.0	90
60-90	0.6	0.6	20	21	59	7.2	0.6	1.7	81

Çizelge 2. Şanlıurfa'da 2019 tatlı sorgum büyüme dönemindeki aylık bazı iklim verileri.

Table 2. Some monthly climatic data in Şanlıurfa during the 2019 sweet sorghum growth period.

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	En yüksek sıcaklık (°C)	En düşük sıcaklık (°C)	Ortalama nisbi nem (%)	Ortalama güneşlenme süresi (saat)	Toplam 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).

Ekimden sonra yağmurlama sulama yapılarak çıkış sağlanmıştır. Ekimden önce taban gübresi olarak 5 kg da⁻¹ saf fosfor ve 5 kg da⁻¹ saf azot uygulanmıştır. Bitkiler 40-50 cm'ye ulaştığında ise 15 kg da⁻¹ saf azot üst gübre olarak verilmiştir (Girgin, 2012). Çimlenme gerçekleştikten 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. İhtiyaç duyuldukça mekanik olarak yabancı otlarla mücadele yapılmıştır. Çıkıştan sonra bitkilerin su ihtiyacına göre 10-12 gün arayla sulama yapılmıştır.

Araştırmada çiçeklenme süresi, bitki boyu, sap kalınlığı, sap oranı, yaprak oranı, salkım oranı, biyokütle verimi ve kuru madde verimi gibi özellikler yanında ham kül oranı, NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber), ADL (Acid Detergent Lignin), hemiselüloz ve selüloz oranı gibi kalite öğeleri de incelenmiştir.

Bitkilerin hasadı, her bir genotipin olgunlaşma süresi dikkate alınarak süt olum-sarı olum döneminde yapılmıştır (Geren ve ark., 2019). Hasatta, parsel başından 0.5 m ve kenardaki birer sıra kenar tesiri olarak bırakıldıktan sonra ortadaki 2 sıra hasat edilmiştir (2×0.7×4= 5.6 m²). Hasat sırasında, her parselde ortadaki 2 sıradan 10 bitki tesadüfü olarak seçilmiş ve bitki boyu, sap kalınlığı, sap oranı, yaprak oranı ve salkım oranı gibi özelliklerinde ölçümler bu örnek bitkiler üzerinde yapılmıştır.

Kuru madde oranı değerini belirlemek için her bir genotipi temsil edecek ve tesadüfen seçilen 500 g yaş bitki örnekleri kurutma dolabında 65-70 °C' de en az 48 saat süreyle ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulmuştur. Kuru madde oranları ile biyokütle değerleri çarpılarak kuru madde verimleri hesaplanmıştır. Kurutulan örnekler öğütüldükten sonra 575 ± 25 °C' de kül fırınında yakılmış ve ağırlık kaybından kül içeriği saptanmıştır (Sluiter ve ark., 2008). Öğütülen örneklerden 0.5'er gram kullanılarak NDF, ADF ve ADL analizleri ANKOM Fiber Analyzer Cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Ankom, 2004). %Selüloz = %ADF - %ADL formülüyle, %Hemiselüloz = %NDF - %ADF formülleri ile hesaplanmıştır (Van Soest ve ark., 1991).

Denemede elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar ise %5 seviyesinde DUNCAN testine göre belirlenmiştir (Efe ve ark., 2000).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çiçeklenme Süresi (gün)

Varyans analiz sonuçlarına göre Harran Ovası ana ürün koşullarında denenen tatlı sorgum genotipleri arasında çiçeklenme süresi bakımından %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$).

Çizelge 3'te görüldüğü gibi çiçeklenme süresi 77.6 ile 108.0 gün arasında değişmiş olup, ortalama çiçeklenme süresi değeri 95.6 gün olarak saptanmıştır. Çiçeklenme süresi 77.6 gün ile Gülşeker çeşidinde en düşük, 108 gün ile Topper 76-I çeşidinde en yüksek olarak belirlenmiştir. Brandes, M81-E, Smith, Topper 76-I, Tracy ve UNL-Hybrid-3 genotipleri 100 günün üzerinde çiçeklenme süresine sahip vejetasyon süresi en uzun genotipler olarak belirlenmiştir. Gülşeker dışında diğer genotiplerin tamamı 80 günün üzerinde çiçeklenme göstermişlerdir.

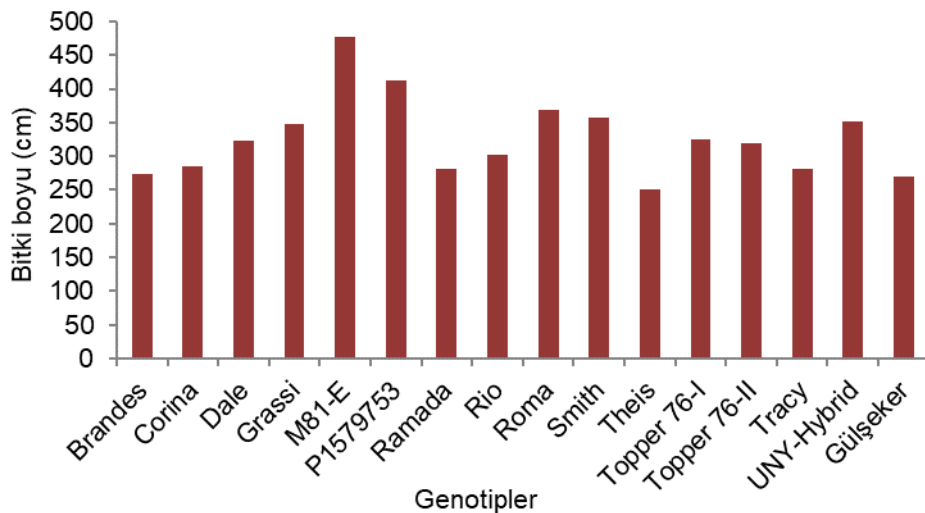
Çiçeklenme süresinin uzun olması vejetasyon süresinin ve olgunlaşmanın uzamasına neden olmakta bu durum verime olumlu yansımaktadır. Genellikle uzun vejetasyon süresine sahip genotipler güneş ışığından, topraktaki su ve besin elementlerinden daha fazla süre yararlandıkları için kuru madde üretimleri de fazla olmakta ve verim yükselmektedir.

Bulgulara benzer olarak Reddy ve ark. (2005) farklı tatlı sorgum genotiplerinin %50 çiçeklenme gün sayılarını 69 ile 88 gün arasında, Avcı ve ark. (2018) ise çiçeklenme gün sürelerini 87.1 ile 92.8 gün arasında bulmuşlardır. Samarth ve ark. (2018) ise bulgularımızdan daha düşük olarak 73 ile 77 gün arasında değişen çiçeklenme süresi tespit etmişlerdir.

Bitki Boyu (cm)

Denenen tatlı sorgum genotipleri arasında bitki boyu açısından 0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$). En düşük bitki boyu Theis çeşidinde 250.8 cm olarak gözlenmiştir. Bitki boyunun en fazla olduğu değer ise 476.3 cm ile M81-E çeşidinde bulunmuştur (Şekil 1). Bitki boyu ortalama değeri ise 326.37 cm olarak görülmüştür (Çizelge 3). M81-E çeşidine en yakın bitki boyu değeri ise 411.53 cm ile P1579753 genotipinde gözlenmiştir. M81-E, P1579753, Grassi, Roma, Smith ve UNL-Hybrid-3 genotiplerinin bitki boyu 250 cm'nin üzerinde bulunmuştur. Bitki boyunun yüksek olması birim alan biyokütle miktarını artırmaktadır. Olgunlaşma süresi fazla olan genotiplerin bitki boyu değerleri de daha yüksek olmaktadır.

Araştırma sonuçlarını destekler nitelikte Salman ve Budak (2015) tatlı sorgumda bitki boyunun 262 ile 345 cm arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Acar ve ark. (2009) ortalama bitki boyunu 223.87 cm olarak tespit etmişlerdir. Kara ve ark. (2019) ise bitki boyunun 185.4 ile 281.0 arasında değiştiğini belirterek daha düşük bitki boyu değerleri bildirmişlerdir.



Şekil 1. Tatlı sorgum genotiplerinin bitki boyu değerleri.
Figure 1. Plant height values of sweet sorghum genotypes.

Sap Kalınlığı (mm)

Yapılan varyans analizine göre Harran Ovası ana ürün koşullarında denenen tatlı sorgum genotipleri arasında sap kalınlığı bakımından %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$).

En yüksek sap kalınlığı değeri 27.99 mm ile Corina çeşidinde, en düşük değer ise 19.55 mm olarak Roma çeşidinde saptanmıştır. Çizelge 3'de sap kalınlıklarını incelediğimizde ortalama sap kalınlığı değerinin 23.65 mm olduğu görülmektedir. Sap kalınlığı bakımından genotipler arasında varyasyon görülmüştür. Bu farklılık genotipik faktörlerden kaynaklanabilir. Tatlı sorgumda birim alandaki yeşil yem ve silaj miktarının fazla olmasına sap kalınlığı katkı sağlayabilir. Ancak sap kalınlığının artması yemdeki lignin ve selüloz miktarını artırarak yemin sindirilebilirliğini düşürebilir.

Bazı araştırmacılar bulgularımızdan daha düşük sap kalınlığı değerleri bildirmişlerdir. Çoban ve Acar (2018) Konya'da yaptıkları bir çalışmada sap kalınlığını 14.49–16.55 mm olarak tespit etmişlerdir. Başaran (2011) sap kalınlığının 11-16 mm arasında, Kara ve ark. (2019) sap kalınlığını 16.69 ile 19.23 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yıldız ve ark. (2018) ise sap kalınlığını 10.47 ile 12.49 mm arasında değiştiğini bulmuşlardır.

Sap Oranı (%)

Harran Ovası ana ürün koşullarında denenen tatlı sorgum genotipleri arasında sap oranı bakımından %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuştur ($P \leq 0.01$).

Sap oranı %74.72 ile Ramada çeşidinde en düşük, %91.49 ile Tracy çeşidinde en yüksek bulunmuştur. Ortalama sap oranı değeri ise %84.06 olarak hesaplanmıştır. Yem kalitesi açısından sap oranı değerinin düşük olması, sap ve tane oranlarının ise yüksek olması istenmektedir. Sap oranı yüksek olduğunda lignin ve selüloz oranı arttığından hazım olabilir kuru madde miktarı azalmaktadır. Bu durumda yem kalitesi düşmektedir.

Ramada, P1579753, M83-E ve Corina genotiplerinin sap oranı değerleri deneme ortalamasının altında diğerlerine göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Diğer genotiplerde ise sap oranı değerleri %80'nin üzerinde bulunmuştur. Daniel ve ark. (2017) Dale genotipi için sap oranını %86.6, M81-E genotipi için %85.1, Theis genotipi için ise %88.3 olarak saptamışlardır.

Çizelge 3. Çiçeklenme süresi, bitki boyu, sap kalınlığı ve sap oranı değerleri ve oluşan istatistiksel gruplar.

Table 3. Flowering duration, plant height, stem diameter and stem ratio values and statistical groups.

Genotipler	Çiçeklenme süresi (gün)	Bitki boyu (cm)	Sap kalınlığı (mm)	Sap oranı (%)
1. Brandes	106.00 ab	272.96 efg	26.47 abc	81.38 efg
2. Corina	98.60 cd	284.16 efg	27.99 a	77.83 gh
3. Dale	80.00 ft	323.00 c-f	26.76 abc	87.79 a-d
4. Grassi	98.00 cd	347.33 cd	25.76 a-d	87.36 bcd
5. M81-E	101.30 bc	476.30 a	23.69 c-f	79.28 g
6. P1579753	99.30 cd	411.53 b	20.09 fg	77.75 gh
7. Ramada	99.60 c	280.66 efg	20.08 fg	74.72 h
8. Rio	88.60 e	302.10 d-g	23.20 c-f	90.76 ab
9. Roma	97.00 cd	367.86 bc	19.55 g	85.14 cde
10. Smith	100.00 c	357.10 bcd	21.05 efg	83.99 def
11. Theis	80.60 f	250.80 g	24.07 b-e	90.18 ab
12. Topper 76-I	108.00 a	325.90 cde	22.58 d-g	83.97 def
13. Topper 76-II	94.00 de	318.76 c-f	23.56 c-f	84.13 de
14. Tracy	101.00 bc	281.53 efg	25.57 a-d	91.49 a
15. UNL-Hybrid-3	100.30 c	352.53 cd	20.46 efg	80.10 fg
16. Gülşeker	77.60 f	269.36 fg	27.60 ab	89.11 abc
Ortalama	95.60	326.37	23.65	84.06
LSD	5.505	0.5602	3.6300	3.9912
Önemlilik	**	**	**	**

†; Aynı harf ile gösterilen değerler arasında Duncan testine göre $P \leq 0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli fark yoktur.

** ; $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli.

Yaprak Oranı (%)

Varyans analizine göre test edilen tatlı sorgum genotipleri arasında yaprak oranı bakımından istatistiksel olarak 0.01 önem düzeyinde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$). Yaprak oranı tatlı sorgum genotiplerinde %6.23 ile %20.98 arasında değişmiştir (Çizelge 4). Ortalama yaprak oranı değeri %11.94 olarak hesaplanmıştır. Genotipler arasında yaprak oranının en az olduğu değer %6.23 ile Rio, %6.36 ile Theis ve %6.56 ile Tracy genotiplerinde görülmüştür. Yaprak oranının en fazla olduğu değerler ise %20.98 ve %17.64 ile Ramada ve Corina genotiplerinde belirlenmiştir. Yem kalitesi bakımından yaprak oranının yüksek olması istenmektedir. Yaprak oranı arttığında yemin sindirilebilirliği ve besin değeri artmaktadır. Ramada (%20-98), Corina (%17.64), P1579753 (%17.62), UNL-

Hybrid-3 (%15.01) ve M81-E (%13.05) genotiplerinin yaprak oranı değerleri diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Bulgularımıza benzer değerler Konya'da yapılan bir çalışmada yaprak oranlarını %11.67 ile %20.33 aralığında değiştiğini tespit eden Çoban ve Acar (2018) tarafından bildirilmiştir. Bulgularımızdan daha düşük olarak Yıldız ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada en yüksek yaprak oranını %12.99, en düşük yaprak oranının ise %8.97 olarak bildirmişlerdir.

Salkım Oranı (%)

Yapılan varyans analizine göre tatlı sorgum genotipleri arasında salkım oranı bakımından 0.01 önem düzeyinde istatistiksel açıdan farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$).

Genotipler arasında salkım oranının en az olduğu değer %1.70 ile Gülşeker, en fazla olduğu değer ise %7.65 ile M81-E genotipinde belirlenmiştir (Çizelge 4). Ortalama salkım oranı değeri ise %3.99 olarak hesaplanmıştır. Salkım uzunluğu, salkım yan dal sayısı, salkımda tane sayısı ve salkımda tane ağırlığı yüksek olan iri taneli genotiplerin salkım oranı değerleri yüksek olmaktadır. Yem içerisinde salkım oranının yüksek olması tane oranının yüksek olması anlamına geldiğinden, yemin protein, karbonhidrat ve mineral madde içeriğinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu nedenle kaba yem içerisinde salkım oranının ve tanenin yüksek olması pozitif avantaj sağlamaktadır. Genellikle salkım şekli ve büyüklüğü genotipik faktörlerden kaynaklanmaktadır.

Bulgularımıza benzer olarak Daniel ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada Dale için salkım oranını %2.5, M81-E için %2.9, Theis için ise %2.8 olarak saptamışlardır. Bulgularımızdan daha yüksek değerler olarak Yıldız ve ark. (2018) en yüksek salkım oranını %38.60, en düşük salkım oranını ise %19.30 olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4. Yaprak oranı, salkım oranı, biyokütle verimi ve kuru madde verimi değerleri ve istatistiki gruplar.

Table 4. Leaf ratio, panicle ratio, biomass yield and dry matter yield values and statistical groups.

Genotipler	Yaprak oranı (%)	Salkım oranı (%)	Biyokütle verimi (kg da ⁻¹)	Kuru madde verimi (kg da ⁻¹)
1. Brandes	12.90 cde	5.70 b	9142.80 g	2995.12 fg
2. Corina	17.64 ab	4.51 bcd	12761.90 cd	3955.07 bcd
3. Dale	9.54 def	2.65 fgh	14285.70 b	3616.82 cde
4. Grassi	9.62 def	3.00 e-h	12952.30 c	4246.20 b
5. M81-E	13.05 cd	7.65 a	16380.90 a	5599.35 a
6. P1579753	17.62 ab	4.61 bcd	9714.30 g	3556.67 de
7. Ramada	20.98 a	4.29 b-e	7714.30 h	2521.95 g
8. Rio	6.23 f	2.99 e-h	11333.30 ef	4083.85 bc
9. Roma	11.94 cde	2.91 e-h	9142.80 g	2980.25 fg
10. Smith	11.34 cde	4.66 bcd	11619.10 de	3589.57 de
11. Theis	6.36 f	3.44 d-g	16285.70 a	5309.26 a
12. Topper 76-I	12.17 cde	3.84 c-f	11714.30 cde	3589.48 de
13. Topper 76-II	10.92 de	4.94 bc	10190.50 fg	2580.27 g
14. Tracy	6.56 f	2.14 gh	14666.70 b	4193.36 b
15. UNL-Hybrid-3	15.01 bc	4.87 bcd	11714.30 cde	3303.01 ef
16. Gülşeker	9.17 ef	1.70 h	12380.90 cde	4233.77 b
Ortalama	11.94	3.99	12000.00	3772.13
LSD	3.79	1.45	1315.88	481.00
Önemlilik	**	**	**	**

†; Aynı harf ile gösterilen değerler arasında Duncan testine göre $P \leq 0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli fark yoktur.

** ; $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli.

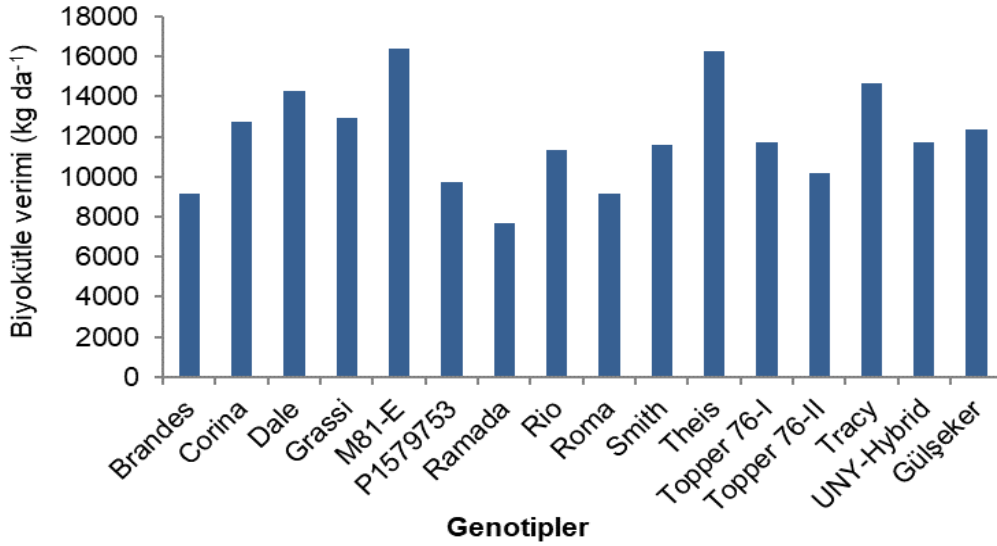
Biyokütle Verimi (kg da⁻¹)

Tatlı sorgum genotipleri biyokütle verimi bakımından 0.01 önem düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Biyokütle verimi 7714.3 (Ramada) ile 16380.9 kg da⁻¹ (M81-E) arasında değişmiştir (Şekil 2). Çizelge 4'de biyokütle verimlerini incelediğimizde ortalama biyokütle veriminin 12000 kg da⁻¹ olduğu görülmektedir. Denemede yer alan tatlı sorgum genotiplerinin büyük çoğunluğu, 10 000 kg da⁻¹ üzerinde biyokütle verimi vermiştir. Birim alan kaba yem miktarının yüksek olması arzu edilen bir durumdur. Bitki boyu uzun olan genotiplerin biyokütle verimleri de yüksek bulunmuştur.

Theis (16285.7 kg da⁻¹), M81-E (16380.9 kg da⁻¹), Dale (14285.7 kg da⁻¹), Tracy (14666.7 kg da⁻¹) Grassi (12952.3 kg da⁻¹) ve Corina (12761.9 kg da⁻¹) diğer genotiplere göre daha yüksek biyokütle verimi değerleri vermişlerdir.

Bulgularımıza benzer olarak Claassen ve ark., (2004), Yunanistan'da Keller sorgum çeşidi ile yaptıkları çalışmada 12600 kg da⁻¹ biyokütle elde edildiği belirtilmiştir.

Bulgularımızdan daha düşük değerler bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Başaran (2011) biyokütle verimini 996.1-4453 kg da⁻¹ aralığında, Çoban ve Acar (2018) ise Konya'da yaptıkları bir çalışmada en yüksek biyokütle veriminin 9400.67 kg da⁻¹, en düşük biyokütle veriminin 7038.33 kg da⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Farklı ekolojilerde farklı sonuçlar elde edilmesi, genotipik farklılık yanında iklim ve toprak farklılığından kaynaklanabilir.



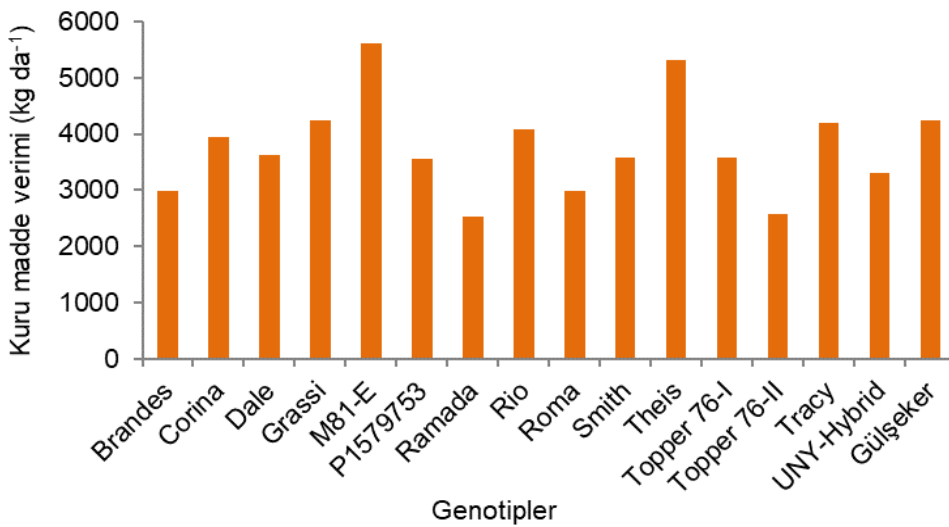
Şekil 2. Tatlı sorgum genotiplerinin biyokütle verimi değerleri.

Figure 2. Biomass yield values of sweet sorghum genotypes.

Kuru Madde Verimi (kg da⁻¹)

Varyans analiz sonuçlarına göre tatlı sorgum genotipleri arasında kuru madde verimi bakımından 0.01 önem düzeyinde istatistiksel açıdan farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$).

Kuru madde verimi en düşük 2521.95 kg da⁻¹ ile Ramada genotipinde, en yüksek 5599.35 kg da⁻¹ ile M81-E genotipinde tespit edilmiştir (Şekil 3). Ortalama kuru madde verimi ise 3772.13 kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4). Theis (5309.26 kg da⁻¹), Grassi (4246.20 kg da⁻¹), Gülşeker (4233.77 kg da⁻¹), Tracy (4193.36 kg da⁻¹), Rio (4083.85 kg da⁻¹) ve Corina (3955.07 kg da⁻¹) genotipleri yüksek kuru madde verimleri ile dikkat çekmektedir.



Şekil 3. Tatlı sorgum genotiplerinin kuru madde verimi değerleri.

Figure 3. Dry matter yield values of sweet sorghum genotypes.

Genel olarak birim alandaki kuru madde veriminin yüksek olması, yemin bünyesindeki besin ve mineral maddelerinin yüksek olduğunun göstergesidir. Bazı araştırmacılar sorgum bitkisinde bulgularımızdan daha düşük

kuru madde verimi değerleri bildirmişlerdir. Zhao ve ark. (2009) kuru madde veriminin 1320 ile 2710 kg da⁻¹ arasında değiştiğini belirtmiştir. Çoban ve Acar (2018) 1794.67 ile 2581.00 kg da⁻¹ arasında değişen kuru madde verimi saptamışlardır. Tuğay (2009) kuru madde verimini 1300.1 ile 1544.8 kg da⁻¹ olarak bulmuştur. Kara ve ark. (2019) ortalama kuru madde verimini 1334.53 kg da⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Geren ve ark. (2019) ise kuru madde veriminin 992-1204 kg da⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır. Araştırmamızdaki kuru madde verimi değerlerinin yüksek olması kullanılan çeşitlerin biyokütle verimlerinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Ham Kül Oranı (%)

Ham kül oranı, yem maddesinin inorganik maddelerden oluşmuş kül miktarının % olarak ifade edilmesidir. Yemdeki ham kül oranı yemin mineral madde kapsamı hakkında bilgi vermektedir. Varyans analiz sonuçlarına göre tatlı sorgum genotipleri arasında ham kül oranı bakımından istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$).

Genotipler arasında ham kül oranı %6.54 (Rio) ile %10.1 (P1579753) arasında değişmiştir. Ortama ham kül oranı değeri %7.78 olarak hesaplanmıştır. P1579753, Gülşeker, Topper 76-II, Grassi ve Tracy genotiplerinde ham kül oranı yüksek bulunmuştur. Benzer bulgular ham kül oranının %6.15 ile %13.08 arasında değiştiği bildiren Chakravarthi ve ark., (2017) ve %5.62 ile %6.76 arasında bildiren Kumari ve ark. (2013) tarafından bildirilmiştir.

NDF - Neutral Detergent Fiber (%)

Tatlı sorgum genotipleri arasında NDF bakımından istatistiksel olarak 0.01 önem düzeyinde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$). NDF değerleri %55.35 (Gülşeker) ile %43.68 (Ramada) arasında değişmiştir. Ortalama NDF değeri ise %48.54 olarak tespit edilmiştir.

NDF, bitki hücre duvarı yapısında bulunan selüloz, hemiselüloz, lignin, kütin ve çözünmeyen protein miktarını ifade etmektedir. Yemdeki NDF oranı azaldıkça hayvanın yemden faydalanma oranı artmaktadır. NDF değerinin %40'ın altında olması istenmektedir (Van Soest, 1994). Denemede yer alan tatlı sorgum genotiplerinin tamamı %40'ın üzerinde NDF değerleri vermiştir. Ancak Roma (%44.48), Ramada (%43.68), Theis (%45.71) genotipleri diğerlerine göre daha düşük NDF değerleri vererek istenilen NDF değerlerine yaklaşmışlardır.

Bulgularımıza benzer olarak Machado ve ark. (2012) tatlı sorgumda NDF değerinin %45.9 ile %54.9 arasında, Mahmood ve ark., (2013) ise tatlı sorgum çeşitlerinde NDF değerlerinin %47.9 ile %60.6 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Junior ve ark. (2015) %43.63 ile %48.32 arasında değişen NDF değerleri ile bulgularımıza göre daha düşük NDF değerleri bildirmişlerdir. Bulgularımızdan daha yüksek değerler ise bazı araştırmacılar tarafından elde edilmiştir. Kumari ve ark. (2013) %75.4 ile %73.54 arasında değişen daha yüksek NDF değerleri belirtmişlerdir. Mosali ve ark. (2013) NDF değerinin %62.2 ile %66.3 arasında olduğunu, Khota ve ark. (2000) ise NDF değerlerini %69.46 olarak bulduklarını belirtmişlerdir.

ADF-Acid Detergent Fiber (%)

Yapılan varyans analizine göre denenen tatlı sorgum genotipleri arasında ADF bakımından istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$).

ADF değerleri %27.09 (Roma) ile %34.76 (Gülşeker) arasında, ortalama ADF değeri ise %30.03 olarak tespit edilmiştir. ADF bitki hücre duvarında bulunan selüloz, lignin ve çözünmeyen protein miktarını ifade etmektedir. Yemde ADF oranı arttıkça, sindirim oranı azalmaktadır. Yemdeki ADF değerinin %31'den düşük olması istenmektedir (Van Soest, 1994). Denemede yer alan tatlı sorgum genotiplerinin büyük çoğunluğunun ADF değerleri %30'un altında tespit edilmiştir. Özellikle Roma, Brandes, Ramada, M81-E, Theis ve Corina genotiplerinin ADF değerleri diğerlerinden daha düşük seviyede bulunmuştur. Denemede yer alan tatlı sorgum genotipleri ADF değerlerinin kabul edilebilir olduğu söylenebilir.

Araştırma bulgularımıza benzer olarak Junior ve ark. (2015) sorgumda ADF değerinin %24.01 ile %27.69 arasında olduğunu, Mosali ve ark. (2013) ADF değerinin %39.2 olduğunu belirtmişlerdir. Çeşitlere göre değişmekle birlikte tatlı sorgum ADF değerinin %27.9-40.88 arasında değiştiği bildirilmektedir (Mahmood ve ark. 2013). Tatlı sorgumda daha yüksek ADF değeri %43.5 olarak (Khota ve ark., 2000), %45.9-46.82 olarak (Kumari ve ark., 2013) ve %46.75 olarak (Vidya ve ark., 2016) bildirilmiştir.

ADL-Acid Detergent Lignin (%)

Tatlı sorgum genotipleri arasında ADL bakımından istatistiksel olarak 0.01 önem düzeyinde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$). En düşük ADL değeri %5.51 (Brandes), en yüksek değer %7.59 (Gülşeker) ve ortalama ADL değeri ise %6.23 olarak belirlenmiştir. ADL değeri bitki hücre duvarında yer alan ve asit deterjan solüsyonlarda çözünmeyen lignin miktarını ifade etmektedir. Lignin hayvanların yem sindirme yeteneğini etkileyen bir bileşiktir.

Bitkinin lignin içeriği bitki olgunlaştıkça artmakta ve yemin sindirilebilirliği ve yarayışlılığı azalmaktadır. ADL değerinin düşük olması arzu edilmektedir. Brandes, Corina, M81-E, Roma, Theis ve Topper 76-II tatlı sorgum genotiplerinin ADL değerleri diğerlerine göre daha düşük bulunmuştur. Chen ve ark., (2018) tatlı sorgum bitkisinde ADL değerinin %8.3 ile %8.6 arasında değiştiğini belirterek bulgularımızdan daha yüksek değerler bildirmişlerdir.

Hemiselüloz ve Selüloz (%)

Varyans analiz sonuçlarına göre tatlı sorgum genotipleri arasında hemiselüloz ve selüloz oranı bakımından 0.01 önem düzeyinde istatistiksel açıdan farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$).

Genotiplerin hemiselüloz değerleri %15.59 (Ramada) ile %20.59 (Gülşeker) arasında, ortalama hemiselüloz değeri ise %18.51 olarak tespit edilmiştir. Denemede kullanılan tatlı sorgum genotiplerinden Ramada (%15.51), Rio (%16.72), Tracy (%17.16), Roma (%17.39) ve Theis (%17.42) diğerlerine göre daha düşük hemiselüloz değerleri vermişlerdir.

Selüloz oranı genotipler arasında %21.31 (Roma) ile %27.17 (Gülşeker) arasında değişmiş ve ortalama selüloz oranı %23.80 olarak saptanmıştır. Roma (%21.31), Ramada (%21.61), Brandes (%22.50), Corina (%22.98), M81-E (%23.03) ve Rio (%23.17) tatlı sorgum genotiplerinin selüloz değerleri diğerlerine oranla daha düşük gözlenmiştir.

Araştırma bulgularımıza benzer şekilde tatlı sorgum çeşitlerinde hemiselülozun %11.73 ile %17.20 arasında, selülozun ise %20.18 ile %26.14 arasında değiştiği bildirilmektedir (Khalil ve ark., 2015).

Büyüme başlangıcındaki genç ve taze bitkilerde selüloz ve hemiselüloz miktarı daha düşük iken, vejetasyonun ilerlemesi ve olgunlaşmanın artmasına paralel olarak bitkideki oranları giderek artmaktadır. Sindirilebilmeleri zor olduğu için yem içerisindeki oranlarının düşük olması istenmektedir.

Çizelge 5. Kül, NDF, ADF, ADL, hemiselüloz ve selüloz oranı değerleri.

Table 5. Ash, NDF, ADF, ADL, hemicellulose and cellulose ratio values.

Genotipler	Ham kül (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	Hemiselüloz (%)	Selüloz (%)
1. Brandes	7.25±0.36*	47.58±2.86	28.01±1.58	5.51±0.31	19.58±2.00	22.50±1.45
2. Corina	7.12±0.91	46.87±1.95	28.66±1.90	5.68±0.76	18.21±0.64	22.98±1.41
3. Dale	6.86±0.65	49.86±2.07	31.74±0.56	6.45±0.80	18.12±1.64	25.29±0.85
4. Grassi	8.56±0.63	51.66±3.82	32.25±2.28	6.25±0.21	19.40±2.33	26.01±2.24
5. M81-E	7.70±1.20	47.85±2.85	28.56±2.12	5.52±0.72	19.29±0.84	23.03±1.54
6. P1579753	10.1±1.05	52.65±3.74	32.96±2.94	6.61±0.64	19.69±1.42	26.35±2.59
7. Ramada	7.35±0.78	43.68±2.77	28.08±2.12	6.47±0.65	15.59±1.61	21.61±1.49
8. Rio	6.54±0.82	46.63±2.51	29.90±1.36	6.73±0.63	16.72±1.23	23.17±1.27
9. Roma	6.74±0.61	44.48±4.05	27.09±3.02	5.78±1.18	17.39±1.61	21.31±1.91
10. Smith	6.98±0.94	48.93±0.85	29.68±1.09	6.68±0.75	19.25±0.39	23.00±0.59
11. Theis	6.93±0.37	45.71±2.58	28.29±1.86	5.62±0.42	17.42±1.76	22.67±1.74
12. Topper 76-I	7.53±1.29	47.40±4.09	29.30±3.52	6.02±0.65	18.10±0.68	23.29±2.97
13. Topper 76-II	9.00±0.83	48.84±2.00	29.19±1.92	5.68±0.19	19.65±0.85	23.51±1.73
14. Tracy	8.33±1.70	48.00±4.84	30.84±3.79	7.10±1.71	17.16±1.75	23.74±2.15
15. UNL-Hybrid-3	7.72±1.12	51.11±3.28	31.10±3.45	5.99±0.54	20.00±0.98	25.11±3.00
16. Gülşeker	9.66±1.95	55.35±4.95	34.76±2.19	7.59±1.86	20.59±3.11	27.17±0.68
Ortalama	7.78	48.54	30.03	6.23	18.51	23.80
Önemlilik	**	**	**	**	**	**

*; Ortalama değerler ile standart sapma değerlerini ifade etmektedir (\bar{X} , $\pm \sigma$).

**; Genotipler arasındaki istatistiksel önemi gösterir $P \leq 0.01$.

SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre; tatlı sorgum genotiplerinde gözlenen çiçeklenme süresi 77.6 ile 108.0 gün, bitki boyu 250.80 cm ile 476.30 cm, sap kalınlığı 19.55 mm ile 27.99 mm arasında değişmiştir. Sap oranı %74.72 ile %91.49, yaprak oranı %6.36 ile %20.98, salkım oranı %1.70 ile %7.65 arasında bulunmuştur.

Tatlı sorgum genotiplerinin biyokütle verimi 7714.3 ile 16380.9 kg da⁻¹, kuru madde verimi 2521.95 ile 5599.35 kg da⁻¹, ham kül oranı ise %6.54 ile %10.1 arasında değişmiştir.

NDF değerleri %55.35 ile %43.68, ADF değerleri %27.09 ile %34.76, ADL değerleri %5.51 ile %7.59, hemiselüloz değerleri %15.59 ile %20.59, selüloz oranı ise %21.31 ile %27.17 arasında bulunmuştur.

Tatlı sorgum bitkisinin araştırma alanı GAP bölgesine ve benzer iklim koşullarına adaptasyon kabiliyetlerinin yüksek olduğu, benzer ekolojilerde rahatlıkla yetiştirilebileceği ve yüksek verim alınabileceği belirlenmiştir.

Biyokütle verimi, kuru madde verimi, NDF ve ADF değerleri göz önüne alındığında M81-E, Theis, Tracy ve Dale tatlı sorgum genotiplerinin verim ve yem kalite değerlerinin diğerlerine oranla daha iyi olduğu görülmüştür. Ancak diğer tatlı sorgum genotiplerinin çoğu da tatminkâr verim ve kalite düzeylerine ulaşmıştır. Tatlı sorgum bitkisinin ülkemiz yem açığını kapatmada yem kaynağı olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir. Tatlı sorgum bitkisinin ülkemizin değişik bölgelerinde uzun yıllar denenerek yem olarak kullanılabilme olanaklarının belirlenmesi faydalı olacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

AÖ çalışmayı tasarlayarak denemeyi kurmuş, arazi çalışmalarını yürütmüş ve makaleyi yazmıştır. AGÖ kalite laboratuvar analizlerini ve istatistiki analizleri yapmıştır. DD arazi çalışmalarını yürütmüş, gözlem değerlerini almış ve kaynak taraması yapmıştır.

KAYNAKLAR

- Abah, C. R., Ishiwu, C. N., Obiegbuna, J. E., & Oladejo, A. A. (2020). Sorghum grains: nutritional composition, functional properties and its food applications. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 12(5), 101-111.
- 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, Hatay.
- Anonim, (2019). Şanlıurfa Meteoroloji Müdürlüğü 2019 Yılı Bülteni, Şanlıurfa.
- 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.
- Başaran, R. (2011). Bartın'da sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) çeşitlerinin ikinci ürün silajlık olarak yetiştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Chakravarthi, M. K., Reddy, Y.R., Rao, K. S., Ravi, A., Punyakumari, B., & Ekambaram B. (2017). A study on nutritive value and chemical composition of sorghum fodder. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 6(1), 104- 109.
- Claassen, P. A. M., Vrije, T., & Budde, M. A. W. (2004). *Biological hydrogen production from sweet sorghum by thermophilic bacteria*. 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Rome, Italy.
- Chen, L., Li, J., Dong, Z., Yuan, X., & Shao, T. (2018). Effects of applying oil-extracted microalgae on the fermentation quality, feed-nutritive value and aerobic stability of ensiled sweet sorghum. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 4462-4470.
- Çoban, Ü., & Acar, R. (2018). Farklı tohum yataklarına ekilen sorgum sudan otu çeşitlerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(2), 32-38.
- Daniel, E. E., Ajit, K. M., Mark, L. Jr. A., Danielle, D. B., Umakanta, J., Gerald, J. W., & Archie, L. W. (2017). Evaluation of three cultivars of sweet sorghum as feedstocks for ethanol production in the Southeast United States. *Heliyon*, 3, 1-18.
- Diñç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., & Güzel, N. (1988) Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) I. *Harran Ovası, TÜBİTAK, Tarım Ormancılık Araştırma Grubu, Gündümlü Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu, TAOG, 534, Adana.*
- Efe, E., Bek, Y., & Şahin, M., 2000. İstatistik Yöntemler II. T.C. Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No:10, P.214. K. Maraş.
- Geren, H., Kır, B., & Kavut, Y. T. (2019). Farklı biçim zamanlarının tatlı darı (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum*) çeşitleri üzerinde verim ve bazı yem kalite unsurlarına etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56, 249-255.
- 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 Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; İzmir.
- Grassi, G. (2021). Sweet sorghum: One of the best world food-feed-energy crop. https://www.eubia.org/cms/wp-content/uploads/2002/01/images_projects_old_LAMNET_-_sweet_sorghum.pdf, Erişim tarihi: 19 Haziran 2021.

- Junior, M. A. P. O., Retore, M., Manarelli, D. M., Souza, F. B., Ledesma, L. L. M. & Orrico, A. C. A. (2015). Forage potential and silage quality of four varieties of saccharine sorghum, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(120), 1-7.
- Kara, E., Sürmen, M., & Erdoğan, H. (2019). Katı biyogaz atığı uygulamalarının sorgum ve sorgum x sudanotu melezi bitkilerinde yem verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5, 355-361.
- Khalil, S. R. A., Abdelhafez, A. A., & Amer, E. A. M. (2015). Evaluation of bioethanol production from juice and bagasse of some sweet sorghum varieties. *Annals of Agricultural Science*, 60(2), 317-324.
- Khota, W., Pholsen, S., Higgs, D., & Cai, Y. (2000). Fermentation quality and in vitro methane production of sorghum silage prepared with cellulase and lactic acid bacteria. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30, 1568-1574.
- Kumari, N. N., Reddy, Y. R., Blümmel, M., Nagalakshmi, D., & Monica, T. (2013). Effect of feeding sweet sorghum bagasse silage with or without chopping on nutrient utilization in deccani sheep. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 13, 243-249.
- Machado, L. C., Ferreira, W. M., & Scpinello, C. (2012). Apparent digestibility of simplified and semi-simplified diets, with and without addition of enzymes, and nutritional value of fibrous sources for rabbits. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 1662-1670.
- Mahmood, A., Ullah, H., Ijaz, M., Javaid, M. M., Shahzad, A. N., & Honermeier, B. (2013). Evaluation of sorghum hybrids for biomass and biogas production. *Australian Journal of Crop Science*, 7(10):1456-1462.
- Mosali, J., Rogers, J., Huhnke, R., Bellmer, D., & Cook, B. (2013). *Effect of nitrogen fertilization timing on juice and bagasse quality of sweet sorghum for biofuel production*. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 48, Brisbane, Australia.
- Öktem, A., & Öktem, A. G. (2018). *Usage of Energy Plants as a Biofuel Source*. Current Academic Studies in Agricultural Science, Iype, Cetinje- Montenegro.
- Öktem, A., Öktem, A. G., & Avcioglu, 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, Bosnia and Herzegovina.
- Reddy, B. V. S., Ramesh, S., Reddy, P. S., Ramaiah, 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.
- Salman, A., & Budak, B. (2015). Farklı sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinin verim ve verim özellikleri üzerine bir araştırma. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12, 93-100.
- Samarth, A. G. More, D., & Hashmi, I. (2018). Studies on physico-chemical properties and nutritional profile of sweet sorghum. *International Journal of Chemical Studies*, 6, 9-15.
- Sluiter, A., Hames, B., Ruiz, R., Scarlata, C., Sluiter, J., & Templeton, D. (2008) *Determination of Ash in Biomass*. National Renewable Energy Laboratory Analytical Procedure (LAP). Technical Report NREL/TP-510-42622.
- Tuçay, M. (2009). *Toprak işlemeli ve işlemez uygulamaların ikinci ürün sorgumun (Sorghum spp.) verim ve kalitesine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. D., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2nd Ed.). Ithaca, N.Y. Cornell University Press.
- Vidya, B., Reddy, Y. R., Rao, D. S., Reddy, V. R., Kumari, N. N., & Blümmel, M. (2016). Effect of supplementation of concentrate to sweet sorghum bagasse with leaf residue silage on nutrient utilization and nitrogen balance in native sheep. *Indian Journal Animal Research*, 50 (3), 387-391.
- Yıldız, D., Kaplan, M., Temizgül, R., & Kardeş, Y. M. (2018). Farklı dozlarda uygulanan selenyumun sorgum bitkisinde tane verimi ve yem kalitesi üzerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31, 149-153.
- Zhao, Y. L., 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.



Research Article

Using Different Regression Tree Algorithms to Predict Soil Organic Matter with Digital Color Parameters in Soil Profile Wall

Gafur Gözükara^{1*} , Yasin Altay² 

¹Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Eskişehir

²Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Eskişehir

Received: 31.03.2021

Accepted: 12.07.2021

Keywords:

Data mining algorithms, interpolations, pasture soils, CIE Lab, soil color

Abstract. Soil organic matter has a critical role for the physical, chemical and biological properties of the soil and for sustainable soil and agriculture. Quick and cost-effective prediction of soil organic matter can provide basic data support for precision agriculture. The study area is located in the Muttalıp pasture of Tepebaşı, Eskişehir. The soil profile wall (1x1 m) was dug and divided into 10x10 cm raster cell. A total of 100 soil samples were taken from center of each raster cell of the soil profile wall. The field-based and lab-based digital color parameters (CIE Lab) were measured depending on the grid sampling model. The ordinary Kriging interpolation method was used in geostatistical distribution maps of the amount of organic matter (OM) and field-based and lab-based CIE Lab values. CHAID, Ex-CHAID, and CART regression tree algorithms were used to predict the OM with field-based and lab-based CIE Lab values. The OM in the soil profile wall varies between 4.65-10.54% in the topsoils, while it varies between 0.01-0.41% in the subsoils. According to the results, lab-based CIE Lab values obtained high predicting performance and more effective than field-based CIE Lab values. It concluded that the CART algorithm can be used rapidly and economically in prediction OM with high prediction performance ($R^2=0.89$) with lab-based digital color parameters.

*Corresponding author
ggozokara@ogu.edu.tr

Toprak Profil Duvarında Farklı Regresyon Ağacı Algoritmaları Kullanılarak Sayısal Renk Parametreleri ile Organik Maddenin Tahmin Edilmesi

Anahtar kelimeler:

Veri madenciliği algoritmaları, interpolasyon, mera toprakları, CIE Lab, toprak rengi

Özet. Toprak organik maddesi toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile sürdürülebilir toprak ve tarım için oldukça kritik bir role sahiptir. Toprak organik maddesinin çabuk ve düşük maliyetle tahmin edilmesi hassas tarım için temel veri desteği sağlayabilir. Çalışma alanı Eskişehir ili Muttalıp merası sınırları içerisinde yer almaktadır. Toprak profil duvarı (1x1m) kazılmış ve 10x10 cm'lik grid hücrelere bölünmüştür. Toprak profil duvarından her bir grid hücreden grid yöntemi ile toplam 100 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinde sayısal renk parametrelerinin belirlenmesi grid örnekleme modeline bağlı olarak hem arazi hem de laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Profil duvarından arazi ve laboratuvar koşullarında elde edilen CIE Lab değerleri ve organik madde miktarının jeostatistiksel olarak dağılım haritalarında Ordinary Kriging interpolasyon metodu kullanılmıştır. Sayısal renk parametreleri ile organik madde miktarının tahmin edilmesinde CHAID, Ex-CHAID ve CART regresyon ağacı algoritmaları kullanılmıştır. Toprak profil duvarında organik madde miktarı yüzey topraklarda %4.65-10.54 arasında değişirken yüzey altı topraklarda %0.01-0.41 arasında değişmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, OM miktarının tahmin edilmesinde laboratuvar koşullarında elde edilen CIE Lab değerlerinin laboratuvar koşullarında elde edilen CIE Lab değerlerinden daha etkilidir. Araştırma, CART algoritmasının laboratuvar koşullarında elde edilen sayısal renk parametreleri ile OM miktarının yüksek başarı performansı ($R^2=0.89$) ile tahmin edilmesinde hızlı ve ekonomik olarak kullanılabileceğini ortaya çıkarmıştır.

INTRODUCTION

Soil organic matter (OM), one of the most important components of the soil, plays a decisive role in the formation of soil structure and improvement of soil quality (McBratney *et al.*, 2014; Acar *et al.*, 2018; Çelik *et al.*, 2019; Aktaş and Yüksel, 2020). Understanding the dynamic mobility and changes of the OM in the soil surface and profile wall is a fundamental condition for monitoring soil fertility, performing precision agriculture, as well as ensuring the sustainable development of soil and agriculture (Wu *et al.*, 2015; Yılmaz *et al.*, 2019). The determining role of OM on the physical, chemical, and biological properties of soils reveals the necessity of knowing and managing the amount of organic matter. The chemical analysis method performed under laboratory conditions with traditional analysis methods has revealed the necessity of new analysis methods, which are time-consuming, inconvenient, costly, and not sensitive to the environment due to the chemical wastes that result from the analysis (Torrent and Barron, 1993; Nishiyama *et al.*, 2011; Sawada *et al.*, 2013; Gözükara *et al.*, 2021a). Therefore, it seems very difficult to meet the demand for real-time big data in the current agricultural development and targets in a short time, at low cost and environmentally friendly. For this reason, many researchers have focused on the relationship between the physical, chemical, and biological properties of soils and numerical color parameters, which can be alternative to traditional analysis methods (Viscarra Rossel *et al.*, 2006, 2008, Günal *et al.*, 2008; Doi *et al.*, 2010; Budak *et al.*, 2018; Gözükara *et al.*, 2021a).

The Munsell color scale was published in the USA in 1941 (Rice *et al.*, 1941; Simonson, 1993) and still maintains its validity and prevalence in determining the color, which is one of the important morphological properties of the soil in field and laboratory conditions (Thwaites, 2002; Gözükara *et al.*, 2019, 2020a, 2020b). Munsell color scale is a method based on subjective observation created by expert knowledge, experience, and interpretation of dominant spectral color (Hue), darkness (Value), and purity (Chroma) values. Although it is based on subjective observation, it still maintains its validity in the definition and classification of horizons and soils in soil profiles in many soil classification systems around the world, including the American soil classification system (Soil Survey Staff, 2010, 2014; Hartemink and Minasny, 2014; Gözükara *et al.*, 2019; Gözükara *et al.*, 2020a, 2020b; Gözükara *et al.*, 2021b). However, many researchers stated that there may be important deficiencies and errors depending on the subjective interpretation of the researcher of the Munsell Color Scale and especially the possibility that some color values may vary from person to person (Post *et al.*, 1993; Moritsuka *et al.*, 2014). In particular, they focused on the CIE Lab colorimetric method, in which the color of the soil is digitized depending on the technique and technology developed in recent years and can be an alternative to the Munsell color scale based on subjective observation (Torrent and Baron, 1993; Günal *et al.*, 2008; Moritsuka *et al.*, 2014; Budak *et al.*, 2018; Gözükara *et al.*, 2021a).

In the CIE Lab colorimetric method, L* value symbolizes the brightness and darkness of the color, a* value symbolizes red and green tones, b* value symbolizes yellow and blue tones (Barrett, 2002; Fan *et al.*, 2017). Digital soil color parameters (CIE Lab) which are obtained easily and low costly in the field and laboratory conditions have been extensively used by soil scientists to predict delineation of horizon boundaries in soil profiles (Soil Survey Staff, 2014), physical soil properties (Günal *et al.*, 2008; Budak *et al.*, 2018; Gözükara *et al.*, 2021a), chemical soil properties (Schulze *et al.*, 1993; Fang *et al.*, 1999; Günal *et al.*, 2008; Budak *et al.*, 2018; Gözükara *et al.*, 2021a), biological and mineralogical soil properties (Torrent *et al.*, 1980; Shen *et al.*, 2006). As can be seen from the literature researches, the researchers focused only on the relationship and prediction of the numerical color parameters (CIE Lab) obtained from the degraded soil samples in the laboratory environment and soil properties. However, studies examining the relationship between numerical color parameters obtained from soil samples in field conditions and soil properties and their effect on prediction performance have been quite limited (Günal *et al.*, 2008). At the same time, the researchers focused on explaining and predicting the relationship between numerical color parameters obtained from soil samples and soil properties and predictive performance using correlation analysis, linear and parabolic regression models (Günal *et al.*, 2008; Moritsuka *et al.*, 2014; Budak *et al.*, 2018; Gözükara *et al.*, 2021a). In cases where some assumptions of linear and nonlinear regression models are not fulfilled, the relationships examined cannot be revealed sufficiently and their reliability also decreases. However, the partial elimination of these disadvantages in the use of data mining algorithms in today's techniques and technologies allows to explain the relationships and to obtain more successful results in obtaining results close to traditional chemical analysis results.

The objectives of this study were to; i-) creating distribution maps of the digital color parameters (CIE Lab) obtained under field and laboratory conditions and organic matter obtained by traditional analysis methods on the soil profile wall, ii-) predict OM in the soil profile wall using digital color parameters (CIE Lab) and determine the most reliable regression tree algorithm

MATERIAL AND METHOD

Study Area and Soil Sampling

The study area is located in Muttalip pasture of Tepebaşı, Eskişehir, TURKEY (latitude 39° 0' 14.08" N, longitude 30° 33' 45.79" E). The research area (pasture land) soils have occurred on almost flat slope, have been formed in the Quaternary period and continue to develop on alluvial materials, and is located at an altitude of 786 m above sea level. The research area's climatic characteristics are harsh with snow in winters, hot, and dry in summers. The study area has mean annual precipitation of 522.2 mm and mean annual temperature of 13.6 °C (DMİ, 2017).

The soil profile wall (1 m x 1 m) was dug (1.5m L x 1.5m W x 1.5m D) and divided into a 10 cm x 10 cm raster cell. Every soil sample which collected from the center of each raster cell (covering 80% of the raster cell) (Figure 1). Total 100 soil samples were taken in the soil profile wall based on the grid-sampling model. Air-dried and grounded soil samples sieved using 2 mm diameter for measurement and analysis.

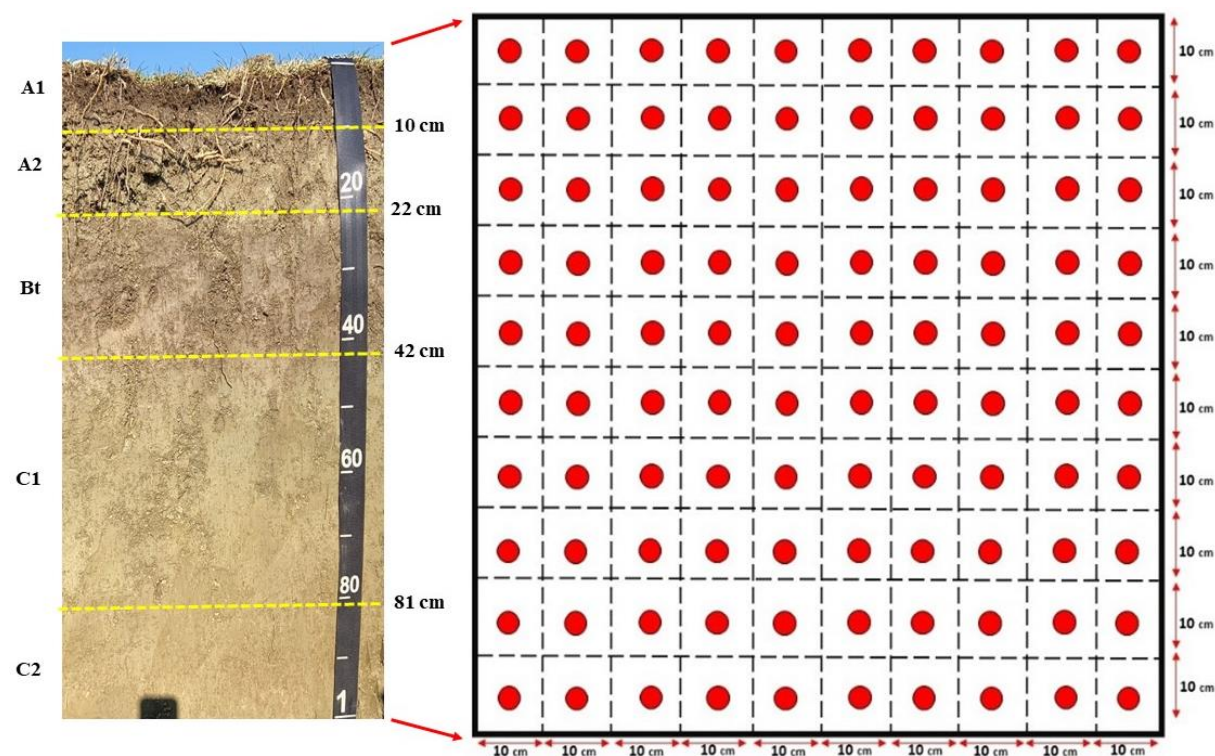


Figure 1. Soil profile wall and soil samples taken with the grid sampling (10 cm * 10 cm) model on the soil profile Wall (red points symbolize soil samples taken from each grid spacing).

Şekil 1. Toprak profili duvarında grid örnekleme (10 cm * 10 cm) modeli ile alınan toprak örnekleri (kırmızı noktalar her bir grid aralığından alınan toprak örneklerini sembolize etmektedir).

Digital Color Parameters Measurements and Organic Matter Analysis

Under field conditions, digital color parameters CIE L₁ a₁ b₁ of every raster cell measured into full contact with the soil surface on the soil profile wall using 3NH brand NR10QC model chromometer (3NH, Shenzhen, China). Under lab conditions, air-dried soil samples were measured for CIE L₂ a₂ b₂ digital color parameters by 3NH brand NR10QC model chromometer (3NH, Shenzhen, China) in petri dishes. Digital color parameters based on the field (CIE L₁ a₁ b₁) and lab (CIE L₂ a₂ b₂) were recorded by averaging 5 measurements for each soil sample. The chromameter was calibrated for every 10 soil sample measurements. Soil electrical conductivity (EC) and soil reaction (pH) were measured in a 1:1 soil water suspension (Soil Survey Staff, 2014), soil organic matter (OM) was measured by the Walkley-Black method (Black, 1965). CaCO₃ content was measured using a Scheibler calcimeter. Soil texture was determined using the hydrometer method (Bouyoucos, 1953).

Regression Tree Algorithms and Statistical Analysis

Data mining algorithms which are the Chi-squared Automatic Interacion Detector (CHAID), The Exhaustive Chi-squared Automatic Interacion Detector (Ex-CHAID), and classification and regression tree (CART) algorithms were used as a regression tree model. In this study, regression tree algorithms were used to obtain model evaluation criteria that best explain the prediction of OM. In order to create the tree structures used, the minimum soil numbers in the parent and child node were taken as 10:5 and cross-validation 10. While OM was use as a

dependent variable, numerical color parameters (CIE Lab) determined under field and laboratory conditions were used as independent variables.

Regression tree algorithms are data mining algorithms created by dividing the independent variables into subgroups in terms of dependent variables and presented in the form of a tree structure. The stages of creating regression tree algorithms are combining steps, dividing, and stopping (Altay *et al.*, 2021). Regression trees do not contain any fragmentation at the first stage and only take place in the dependent variable tree structure. This phenomenon where the dependent variable is taken as the basis is the root node. While the root node is divided into two in the CART algorithm, the CHAID and Ex-CHAID algorithms can be divided into two or more parts. The first split of the root node in regression tree algorithms is called the parent node. The basic principle in the creation of the regression tree is to divide it into two child nodes, repetitively, to ensure maximum homogeneity in the response variable. The main purpose of the creation of the tree is that if homogeneity is achieved as much as possible in any child node that is created repetitively in the response variables, the fragmentation process ends in these nodes. This node is called terminal or end node (Oruçoğlu, 2011). In this process; By testing all independent variables included in the tree algorithm, it determines the cut-off value of the independent variable in the new node to ensure the highest homogeneity (Akşahan and Keskin, 2015).

The formation of CHAID, Ex-CHAID and CART algorithms and the linear relationship between color values and OM, Pearson correlation coefficients were made in IBM SPSS 23 package program (IBM Corp. Released, 2015). In the calculation of algorithm evaluation criteria, the "ehaGoF" package was used in the R Studio program (R Core Team, 2020; Eydurán, 2020).

Criteria of Algorithm Performance of Regression Trees

In order to determine the efficiency of regression tree algorithms, Pearson correlation coefficient (PC) (Eq.1) between actual and predicted OM values, Akaike's Information Criterion (AIC) (Eq.2), Corrected Akaike's Information Criterion (CAIC) (Eq.3), Root Mean Square Error (RMSE) (Eq.4), Mean Error (ME) (Eq.5), Standard Deviation Ratio (SDR) (Eq.6), Coefficient of Determination (Rsq) (Eq.7), and Adjusted Coefficient of Determination (ARsq) (Eq.8) were used as algorithm evaluation criteria (Aertsen *et al.*, 2010). These calculations related criteria are given in Equations 1-8.

$$PC = r_{y_i, y_{ip}} = \frac{Cov(y_i, y_{ip})}{S_{y_i} S_{y_{ip}}} \quad (1)$$

$$AIC = n \cdot \ln \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2 \right] + 2k \quad (2)$$

$$AIC_c = AIC + \frac{2k(k+1)}{n-k-1} \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2} \quad (4)$$

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2 \quad (5)$$

$$SD_{ratio} = \frac{S_m}{S_d} \quad (6)$$

$$r_{y_i, y_{ip}}^2 = \frac{Cov(y_i, y_{ip})^2}{S_{y_i} S_{y_{ip}}} \quad (7)$$

$$R_{Adjusted}^2 = 1 - \frac{(1 - r_{y_i, y_{ip}}^2)^{(n-1)}}{n-p-1} \quad (8)$$

Spatial Distribution of Digital Color Parameters and OM

The distribution of OM and lab-based and field-based dijital color parameters were tested using Kolmogorov-Smirnov test ($P > 0.01$). Simple, ordinary, and universal kriging interpolations methods were used to predict the spatial distributions of CIE $L_1 a_1 b_1$, CIE $L_2 a_2 b_2$, and OM through ArcGIS 10.5 (ESRI, USA). Root mean square error (RMSE) was calculated to assess and indicate interpolations model performance for the most accurate kriging interpolation models. Root mean square error (RMSE) (Eq.9) was calculated to assess and indicate interpolation model performance for the most accurate kriging interpolation models. Thus, the lowest RMSE represents the most accurate interpolation model. Z_i , Z , and n are indicated predicted value, observed value, and a number of observations, respectively. Since ordinary kriging interpolation methods have the lowest RMSE, all distribution maps were produced by the kriging interpolation method which has commonly used interpolations method (Alaboz *et al.*, 2020, Altunbaş *et al.*, 2020; Dengiz, 2020; Sönmez *et al.*, 2020; Şimşek *et al.*, 2020).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Z_i - Z)^2}{n}} \quad (9)$$

RESULTS AND DISCUSSION

Some Pysical and Chemical Properties of Soil Profile

Soil profile were described as A1(0-10 cm), A2 (10-22 cm), Bt (22-42 cm), C1 (42-81 cm), and C2 (81-100 cm) and some soil pysical and chemical properties showed in Table 1. The EC, pH, $CaCO_3$, silt content clearly increased with depth, whereas OM and sand content clearly decreased with depth. In particular, the pH and EC of soil profile range from 8.29 to 8.64 with moderate alkalinity and range from 2.37 to 5.38 $dS m^{-1}$ with salinity risks . Moreover, the clay accumulation was observed between 22 and 42 cm as Bt horizon.

Table 1. Some pysical and chemical properties of soil profile.

Çizelge 1. Toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Horizons	Depth	EC ($dS m^{-1}$)	pH	OM (%)	CaCO3 (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
A1	0-10	3.02	8.29	7.74	7.84	21.62	36.06	42.32	CL
A2	10-22	4.09	8.45	2.66	9.51	23.62	38.06	38.32	CL
Bt	22-42	4.44	8.64	1.69	13.56	6.06	36.44	57.50	C
C1	42-81	5.38	8.61	0.47	16.11	10.42	47.62	41.96	SiC
C2	81-100	2.37	8.40	0.72	18.02	14.42	37.12	37.12	SiCL

Soil Color and Correlation Analysis

Descriptive statistics and distribution of field-based CIE $L_1 a_1 b_1$, lab-based CIE $L_2 a_2 b_2$ digital color parameters, and OM showed by histograms in Table 1 and Fig. 2, respectively. Field-based CIE $L_1 a_1 b_1 b_2$ digital color parameters ranged between 12.25-42.63, 2.52-7.66, and 3.98-14.92, respectively, whereas lab-based CIE $L_2 a_2 b_2$ digital color parameters ranged between 34.76-49.3, 2.82-5.01, and 11.57-16.87, respectively. OM ranged between 0.01-10.54% with a mean of 1.71%. Therefore, the highest coefficient variation (CV) was observed for OM, indicating a high range (131.41%) (Table 2).

Table 2. Some descriptive statistics of all variables.

Çizelge 2. Tüm değişkenlerin bazı tanıtıcı istatistik değerleri.

Variables	n	Minimum	Maximum	Mean±Std	Std Deviation	Sweekness	Kurtosis	CV (%)
L_1	100	12.25	42.63	34.72±0.55	5.51	-1.77	3.53	15.86
a_1	100	2.52	7.66	3.97±0.11	1.08	1.36	1.50	27.21
b_1	100	3.98	14.92	11.92±0.21	2.08	-1.47	2.27	17.49
L_2	100	34.76	49.31	45.30±0.36	3.56	-1.01	0.05	7.86
a_2	100	2.82	5.01	3.89±0.05	0.45	0.12	-0.45	11.51
b_2	100	11.57	16.84	14.27±0.13	1.33	-0.16	-0.91	9.32
OM(%)	100	0.01	10.54	1.71±0.22	2.24	2.15	4.10	131.41

CV; coeficiant variations, n; number of soil samples.

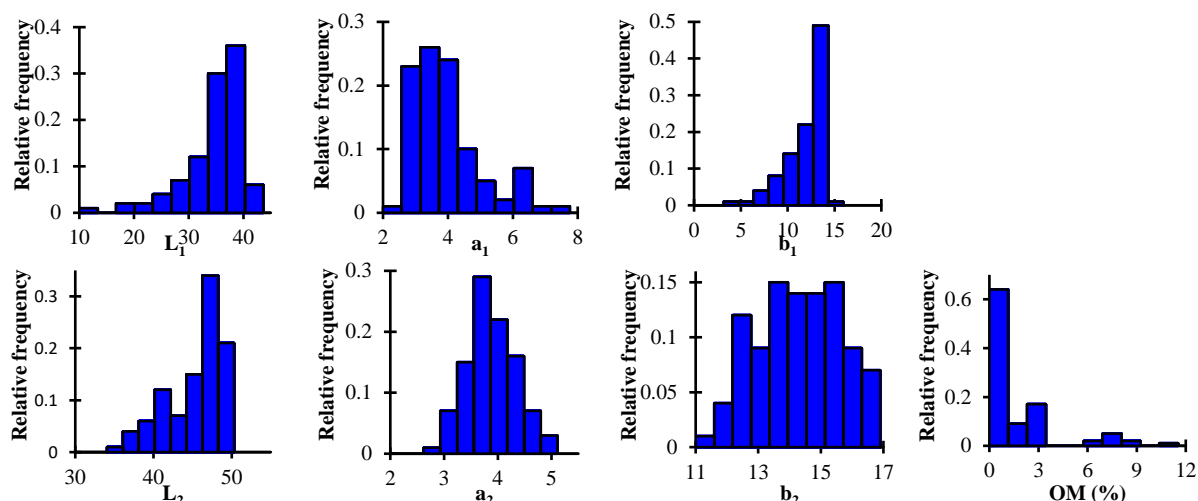


Figure 2. Digital color parameters and histogram graphics of OM obtained under field (L_1 a_1 b_1) and laboratory (L_2 a_2 b_2) conditions.

Şekil 2. Arazi (L_1 a_1 b_1) ve laboratuvar (L_2 a_2 b_2) koşullarında elde edilen Sayısal renk parametreleri ve OM'nin histogram grafikleri.

The Pearson correlation coefficients (r) between field-based CIE L_1 a_1 b_1 and lab-based CIE L_2 a_2 b_2 digital color parameters and OM were calculated in Table 3. As expected, lab-based L_2 was highly negative correlated with OM ($r = -0.88$). Field-based a_1 was highly positively correlated with OM ($r = 0.71$), while field-based b_1 was highly negatively correlated with OM ($r = -0.62$). Kirillova *et al.* (2015), Budak *et al.* (2018), and Gözükara *et al.* (2021a) reported that the OM was quite weakly correlation with L digital color parameter. Theoretically, the L digital color parameter value defines the brightness (white = 100) or darkness (black = 0) of the color. Therefore, the higher the L value indicates the brighter the color, and the lower L value indicate the darker color. As a result of this theoretical knowledge, a fairly high correlation between L value and OM was expected. Vodyanitski and Kirillova (2016) pointed out that, theoretically, it is possible to determine the organic matter content with the L value which is an indicator of brightness and darkness, but in practice, the low amount of organic matter in the soil sample may cause the correlation to be weakened. In addition, Gözükara *et al.* (2021a) reported that the weak correlation between OM and L was affected by the low decomposition level of OM and the light-colored root fragments of its origin. The study area soils developed under the use of pasture which was close to the surface had dark soil color and a high decomposition level of OM. Therefore, as expected OM was highly correlate with lab-based L digital color parameters.

Table 3. Pearson correlation coefficients between OM and digital color parameters of field-based (CIE L_1 , a_1 ve b_1) and lab-based (CIE L_2 , a_2 ve b_2).

Tablo 3. Arazi (L_1 , a_1 ve b_1) ve laboratuvar (L_2 , a_2 ve b_2) koşullarında elde edilen sayısal renk parametreleri ile organik madde arasındaki pearson korelasyon katsayıları.

Soil Property	Field-based			Lab-based		
	L_1	a_1	b_1	L_2	a_2	b_2
OM	-0.64**	0.71**	-0.62**	-0.88**	0.51**	-0.26**

**P<0.01.

Distributions of Digital Color Parameters and OM on Soil Profile Wall

Distribution maps of field-based CIE L_1 a_1 b_1 and lab-based CIE L_2 a_2 b_2 digital color parameters and OM were presented in Fig. 3. In general, field-based and lab-based L_1 , L_2 , b_1 and b_2 digital color values considerably increase with increasing depth from the surface to the subsoil of the soil profile wall, while a_1 and a_2 digital color values firstly tend to decrease and then increase with the increasing of depth from the soil surface. Measurement of field-based digital color parameters are affected by many factors, mainly the OM, moisture content and structure of the soil depending on the texture. The distribution of field-based CIE L_1 a_1 b_1 digital color parameters in soil profile wall were more heterogeneous than distribution of field-based CIE L_2 a_2 b_2 digital color parameters. Therefore, these results supported researchers. On the contrary, lab-based CIE L_1 a_1 b_1 digital color parameters in the soil profile wall showed a more homogeneous distribution representing different horizon layers horizontally.

In the soil profile wall, OM was very highly and fairly constant in the upper 30 cm but decreased sharply with increasing depth. The fact that the soil profile wall was developed under the use of pasture caused the amount

of OM to be quite high, especially in the surface soils. Koç and İleri, (2016) reported that the amount of OM in Muttalıp pasture was approximately 16%. Our findings are consistent with the findings of the researchers.

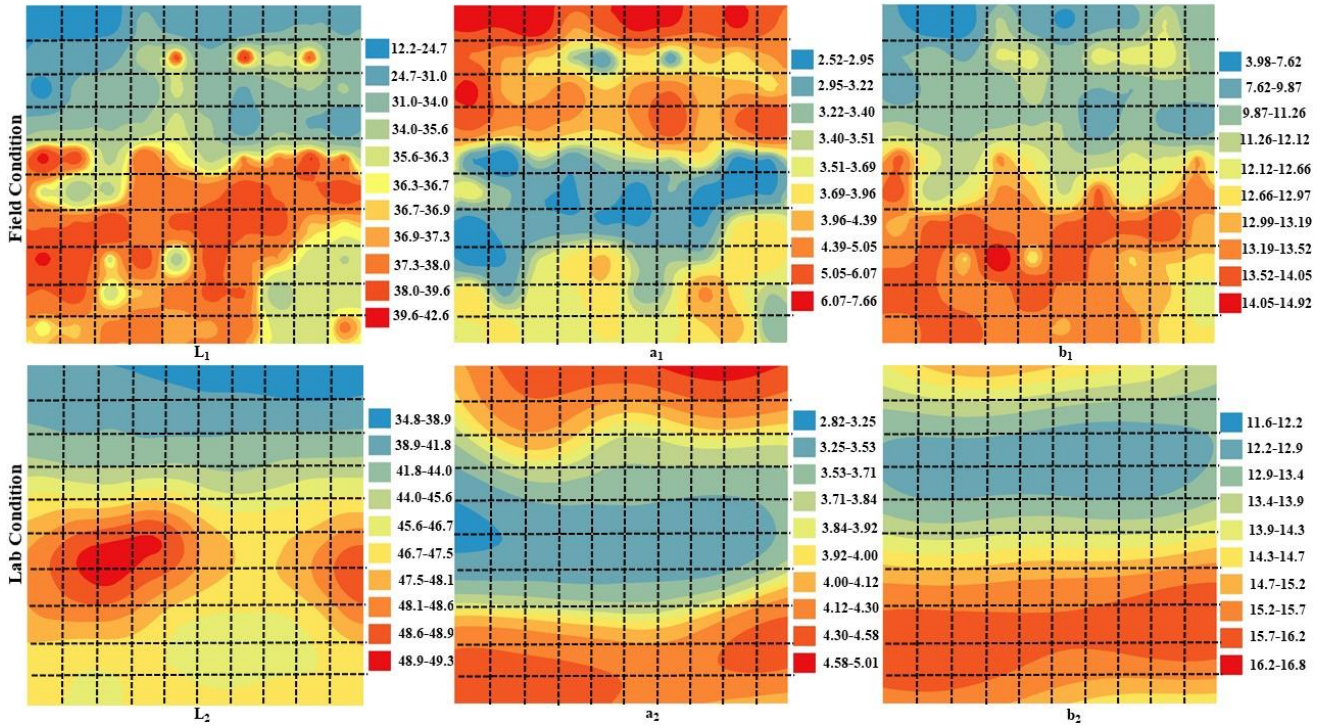


Figure 3. Geostatistical distribution of digital color parameters in soil profile wall obtained under field (L_1 a_1 b_1) and laboratory (L_2 a_2 b_2) conditions.

Şekil 3. Toprak profil duvarında arazi (L_1 a_1 b_1) ve laboratuvar (L_2 a_2 b_2) koşullarında elde edilen sayısal renk parametrelerinin jeostatistiksel dağılımı.

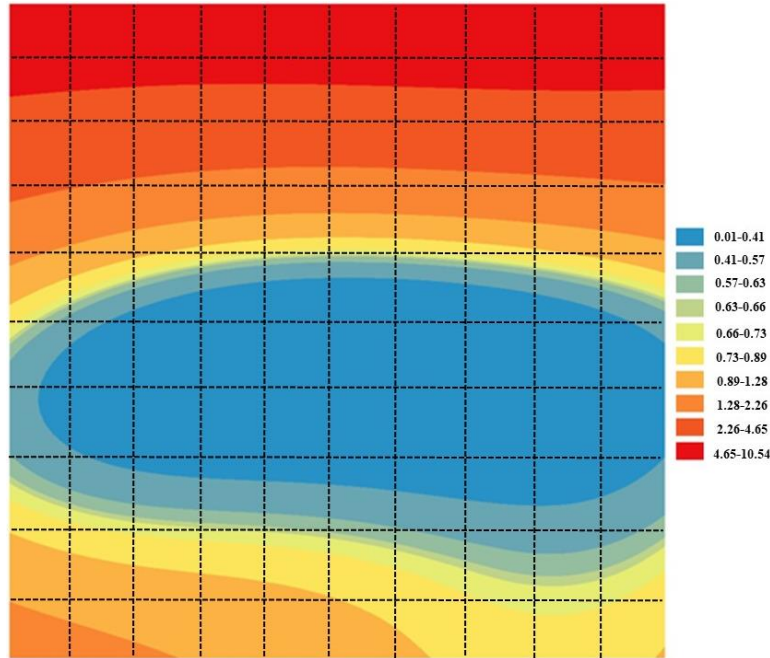


Figure 4. Geostatistical distribution of OM in soil profile wall.

Şekil 4. Toprak profil duvarında OM'nin jeostatistiksel dağılımı.

Prediction of OM Using Regression Trees Algorithms

According to the maximum depths of the regression trees algorithms to predict of OM created, When used the field-based CIE L_1 a_1 b_1 digital color parameters, the CHAD, Ex-CHAID, and CART algorithms had 1, 1, and 2 parent node, respectively, when used the field-based CIE L_2 a_2 b_2 digital color parameters, the CHAD, Ex-CHAID, and CART algorithms had 2, 1, and 4 parent node, respectively. Field-based a_1 ($5.17 < a_1 \leq 5.17$) and L_1 ($34.44 < L_1 \leq 34.44$) were determined as strong indicators (cut points) using the CART algorithm for predicting OM, while lab-

based L_2 ($39.96 < L_2 \leq 39.96$), a_2 ($3.51 < a_2 \leq 3.51$), and b_2 ($14.35 < b_2 \leq 14.35$) were determined as strong indicators (cut points) using CART algorithm for prediction OM (Figure 5). In the prediction with the CART algorithm of OM with the color characters obtained from the field-based, it predicted the OM amount as 1.10 when $a_1 \leq 5.17$ values were taken, and 5.81 when a_1 values greater than 5.17. On field-based, OM was predicted as 2.14 for $a_1 \leq 5.17$ and $L_1 \leq 34.44$, while 0.76 for $a_1 \leq 5.17$ and $34.44 < L_1$. CART algorithm in estimating the amount of OM based on field-based, the highest amount of OM was predicted as 5.81 in case of $5.17 < a_1$. The L_2 was found to be the most important independent variable in the lab-based prediction of OM amount. If the L_2 value was less than or equal to 39.96, the amount of OM was 7.27, and if it was greater than 39.96, the OM was predicted as 1.02. If the L_2 value was less than and equal to 44.34, the amount of OM was predicted as 2.57, and if it was greater than 44.34, the OM was predicted as 0.57. In the lab, OM was predicted to be 0.36 for $39.96 < L_2$ and $a_2 \leq 3.51$ and 0.66 for $39.96 < L_2$ and $3.51 < a_2$. In the laboratory, OM was predicted to be 0.51 for $39.96 < L_2$, $a_2 \leq 3.51$ and $b_2 \leq 14.35$, and 0.13 for $39.96 < L_2$, $a_2 \leq 3.51$ and $14.35 < b_2$. In lab-based CART algorithm prediction, the highest amount of OM was predicted as 7.27.

The highest R^2 , PC, and the lowest RMSE, SDR, ME were used to determine for the best prediction algorithm. Using field-based CIE $L_1 a_1 b_1$ digital color parameters for predication performance was obtained with $R^2 = 0.45$ and RMSE = 1.65 in the CHAID algorithm, $R^2 = 0.51$ and RMSE = 1.54 in the Ex-CHAID algorithm, and $R^2 = 0.56$ and RMSE = 1.48 in the CART algorithm, whereas using lab-based CIE $L_2 a_2 b_2$ digital color parameters for predication performance was obtained with $R^2 = 0.85$ and RMSE = 0.85 in the CHAID algorithm, $R^2 = 0.85$ and RMSE = 0.86 in the Ex-CHAID algorithm, and $R^2 = 0.89$ and RMSE = 0.72 in the CART algorithm (Table 4). According to the results of the research, lab-based digital color parameters had a more predictive performance for predicting OM than field-based digital color parameters. In addition, CART algorithm had more successful prediction performance for OM prediction with lab-based digital color parameters than other regression tree algorithm (Table 4). The regression trees of the CART algorithm created with field-based and lab-based digital color parameters showed in Figure 5. Many researchers have used linear and parabolic regression algorithms to predict the OM using digital color parameters (Günel *et al.*, 2008; Moritsuka *et al.*, 2014; Budak *et al.*, 2018; Gözükara *et al.*, 2021a). In addition, researchers were evaluated between only L digital color parameter and OM in linear regression algorithms. Therefore, with these algorithms, the researchers obtained very low prediction performance for OM ($R^2 = 0.40-0.65$, $R^2 = 0.18$, $R^2 = 0.02$, $R^2 = 0.02$, and $R^2 = 0.03$, respectively). Furthermore, regression tree algorithms have high prediction performance than linear and parabolic regression algorithms, because the regression tree algorithm uses digital color parameters as tree algorithms.

Table 4. Some model performance results of CHAID, Ex-CHAID and CART algorithms.
 Çizelge 4. CHAID, Ex-CHAID ve CART algoritmalarının bazı model performans sonuçları.

Criteria of Model Performance	Field-based			Lab-based		
	CHAID	Ex-CHAID	CART	CHAID	Ex-CHAID	CART
RMSE	1.645	1.544	1.475	0.852	0.862	0.723
SDR	0.737	0.691	0.660	0.381	0.386	0.324
PC	0.676	0.722	0.751	0.924	0.923	0.946
ME	0.003	0.002	0.002	0.000	0.002	0.001
Rsqr	0.458	0.522	0.564	0.855	0.851	0.895
ARsqr	0.447	0.512	0.555	0.852	0.848	0.893
AIC	103.519	90.884	81.673	28.112	25.719	60.787
CAIC	103.642	91.007	81.797	27.988	25.595	60.663

CHAID; The Chi-squared Automatic Interacion Detector, Ex-CHAID; The Exhaustive Chi-squared Automatic Interacion Detector, CART; Classification and regression tree

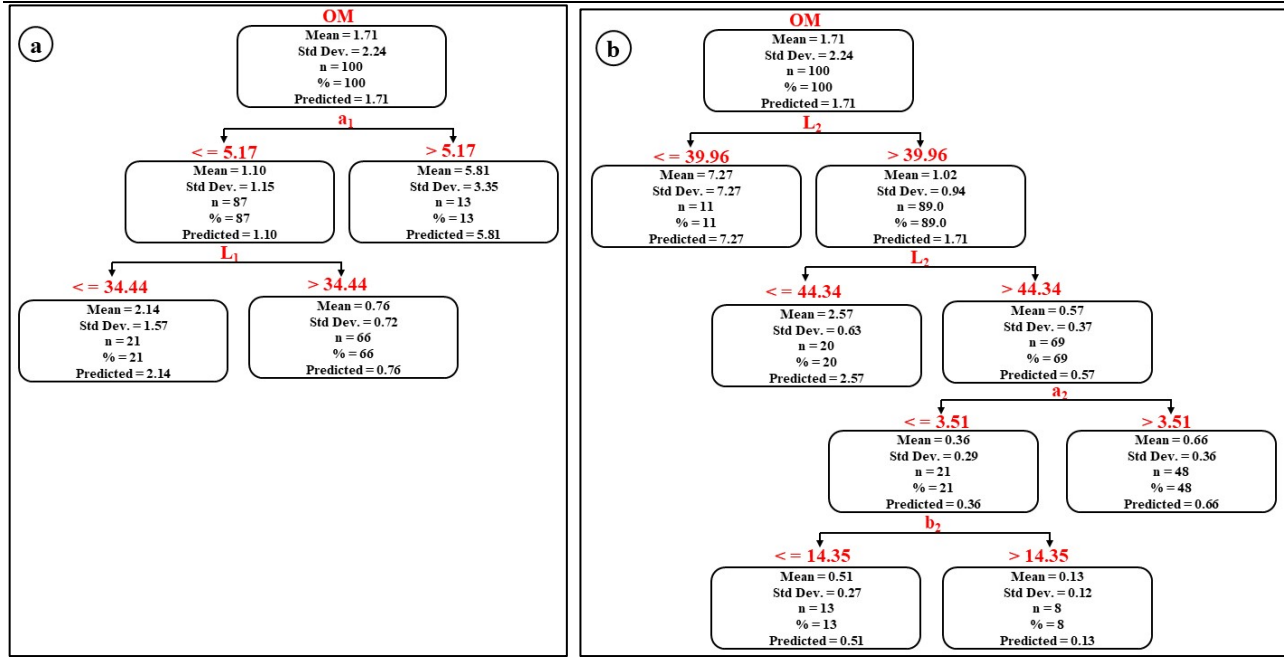


Figure 5. Prediction of the amount of OM using the CART regression tree algorithm of digital color parameters obtained under field (a) and laboratory (b) conditions.

Şekil 5. Arazi (a) ve laboratuvar (b) koşullarında elde edilen sayısal renk parametrelerinin CART regresyon ağacı algoritması kullanılarak OM miktarının tahmin edilmesi.

CONCLUSION

In this current study, OM was predicted by field-based CIE $L_1 a_1 b_1$ and lab-based CIE $L_2 a_2 b_2$ digital color parameters using different regression tree algorithms. CART regression tree algorithm can be successfully used to predict organic matter with field-based CIE $L_1 a_1 b_1$ and lab-based CIE $L_2 a_2 b_2$ digital color parameters compared to regression tree algorithms. In particular, lab-based CIE $L_2 a_2 b_2$ digital color parameters have higher prediction performance ($R^2 = 0.89$) using CART regression tree algorithm for predicting OM. Field-based, a_1 ($5.17 < a_1 \leq 5.17$) and L_1 ($34.44 < L_1 \leq 34.44$) values are absolute indicators for predicting OM, lab-based, combining L_2 ($39.96 < L_2 \leq 39.96$), a_2 ($3.51 < a_2 \leq 3.51$) and b_2 ($14.35 < b_2 \leq 14.35$) values greatly improved algorithm performance for predicting of OM. As a result of the research, CIE $L_2 a_2 b_2$ digital color parameters obtained under laboratory conditions can be used to predict OM using the CART regression tree algorithm in a fast, economical, reliable, and highly accurate. These algorithms should be studied and tested at different parent materials and soil types to develop of prediction performance.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Dr. Gafur GÖZÜKARA designed the field experiments, performed the laboratory analyses, and collected the data. Dr. Yasin ALTAY did all statistics evaluations. All authors read and approved the manuscript.

REFERENCES

- Acar, M., Celik, I., & Günal, H. (2018). Effects of long-term tillage systems on aggregate-associated organic carbon in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Eurasian Journal of Soil Science*, 7(1), 51-58.
- Aertsen, W., Kint, V., Orshoven, J., Özkan, K., & Muys, B. (2010). Comparison and ranking of different modeling techniques for prediction of site index in Mediterranean mountain forests. *Ecological Modelling*, 221, 1119-1130.
- Aksahan, R., & Keskin, I. (2015). Determination of the some body measurements effecting fattening final live weight of cattle by the regression tree analysis. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Science*, 2, 53-59.

- Aktaş, T., & Yüksel, O. (2020). Effects of vermicompost on aggregate stability, bulk density and some chemical characteristics of soils with different textures. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 17(1), 1-11.
- Alaboz, P., Demir, S., & Dengiz, O. (2020). Determination of spatial distribution of soil moisture constant using different interpolation model case study, Isparta Atabey Plain. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 17(3), 432-443.
- Allison, L. E., Moodie, C. D. (1965). Carbonate, agronomy monograph, methods of soil analysis. Part 2. In: Chemical and Microbiological properties, Agronomy. 9.2. American Society of Agronomy, Wisconsin, pp. 1379-1396.
- Altay, Y., Boztepe, S., Eydurán, E., Keskin, İ., Tariq, M. M., Bukhari, F. A. & Ali, I. (2021). Description of factors affecting wool fineness in Karacabey Merino Sheep using Chaid and Mars Algorithms. *Pakistan Journal of Zoology*, 53(2), 691-697.
- Altunbaş, S., Demirel, B. Ç., Gözükara, G., & Erol, S. (2020). Determination of land capability classes of some soils developing on alluvial lands. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 6(3), 638-646.
- Barret, L. R. (2002). Spectrophotometric color measurement in situ in well drained sandy soils. *Geoderma*, 108, 49-77.
- Black, C. A. (1965). *Methods of Soil Analysis Part 2*, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Bouyoucos, G. J. (1953). An improved type of soil hydrometer. *Soil Science*, 76, 377-378.
- Budak, M., Günal, H., Süer, M., & Akbaş, F. (2018). Determination of some physical and chemical characteristics of soil properties from digital color parameters. *Harran Journal of Agriculture and Food Science*, 22(3), 376-389.
- Çelik, İ., Günal, H., Acar, M., Acir, N., Barut, Z.B., & 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, 223-239.
- Dengiz, O. (2020). Soil quality index for paddy fields based on standard scoring functions and weight allocation method. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 66(3), 301-315.
- DMİ (Devlet Meteoroloji İşleri), 2017. Eskişehir ili iklim verileri. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Doi, R., Wachrinrat, C., Teejuntuk, S., Sakurai, K., & Sahunalu, P. (2010). Semiquantitative color profiling of soils over a land degradation gradient in Sakaerat, Thailand. *Environmental Monitoring Assessment*, 170, 301-309.
- Eyduran, E. (2019). ehaGoF: Calculates Goodness of Fit Statistics. R package version 0.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=ehaGoF>.
- Fan, Z., Herrick, J. E., Saltzman, R., Matteis, C., Yudina, A., Nocella, N., Crawford, E., Parker, R., & Van Zee, J. (2017). Measurement of soil color: a comparison between smartphone camera and the munsell color charts. *Soil Science Society of America Journal*, 81(5), 1139-1146.
- Fang, X. M., Ono, Y., Fukusawa, H., Pan, B. T., Li, J. J., Guan, D. H., Oi, K., Tsukamoto, S., Torii, M., & Mishima, T. (1999). Asian summer monsoon instability during the past 60.000 years: magnetic susceptibility and pedogenic evidence from the western Chinese Loess Plateau. *Earth and Planetary Science Letters*, 168, 219-232.
- Gozukara, G., Zhang, Y., & Hartemink, A. E. (2021b). Using vis-NIR and pXRF data to distinguish soil parent materials – an example using 136 pedons from Wisconsin, USA. *Geoderma*, 396, 115091.
- Gözükara, G., Altunbaş, S., & Sarı, M. (2019). The effect of spatial change on the properties of soil formed on alluvial fans. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3), 425-435.
- Gözükara, G., Altunbaş, S., & Sarı, M. (2020a). Effects of temporal and spatial changes on formation, development and morphology of soil in different physiographs. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 57(2), 277-278.
- Gözükara, G., Altunbaş, S., & Sarı, M. (2020b). Temporal and spatial changes in old lake bottom effect on soil formation, development and morphology. *Harran Journal of Agriculture and Food Science*, 24(1), 96- 110.
- Gözükara, G., Demirel, B. Ç., & Altunbaş, S. (2021a). Effect of soil horizons on the relationship between digital color parameters and soil properties. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(1).
- Grzesiak, W., & Zaborski, D. (2012). *Examples of the Use of Data Mining Methods in Animal Breeding*, Data Mining Applications in Engineering and Medicine, Adem Karahoca, IntechOpen.
- Güenal, H., Erşahin, S., Yetgin, B., & Kutlu, B. (2008). Use of chroma-meter measured color parameters in estimating color related soil variables. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39(6), 726-740.
- Hartemink, A. E., & Minasny, B. (2014). Towards digital soil morphometrics. *Geoderma*, 230-231, 305-317.
- IBM Corp. Released (2015). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Koç, A., & İleri, O. (2016). Comparison of Cattle and Sheep Grazed Sub-Irrigated Rangelands Vegetation in Eskişehir Plain. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 25, 179-184.

- Kirillova, N. P., Vodyanitskii, Y. N., & Sileva, T. M. (2015). Conversion of soil color parameters from the Munsell system to the CIE-L* a* b* system. *Eurasian Soil Science*, 48(5), 468-475.
- McBratney, A. B., Stockmann, U., Angers, D. A., Minasny, B., & Field, D. J. (2014). *Challenges for soil organic carbon research*. In: Hartemink, A., McSweeney, K. (Eds.), *Soil Carbon*. Progress in Soil Science. Springer, Cham.
- Moritsuka, N., Matsuoka, K., Katsura, K., Sano, S., & Yanai, J. (2014). Soil color analysis for statistically estimating total carbon, total nitrogen and active iron contents in Japanese agricultural soils. *Soil Science and Plant Nutrition*, 60(4), 475-485.
- Nishiyama K, Kimura, T., Isono, Y., & Inoue, Y. (2011). Color measurements of rocks and soils using colorimeters. *Journal of the Japan Society of Engineering Geology*, 52, 62-71 (in Japanese).
- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.R-project.org/>.
- Oruçoğlu, O. (2011). *Determination of environmental factors affecting 305-day milk yield of holstein cows by regression tree method*. Master Thesis, Süleyman Demirel University, Institute of Science, Isparta.
- Post, D. F., Levine, S. J., Bryant, R. B., Mays, M. D., Batchily, A. K., Escadafal, R., & Huete, A.R. (1993). *Correlations between field and laboratory measurements of soil color*. In J. M. Bigham, & E. J. Ciolkosz (Eds.). *Soil Color*. Soil Science Society of America. Madison.
- Rice, T. D., Nickerson, D., O'Neal, A. M., & Thorp, J. (1941). Preliminary color-standards and color names for soil. *Miscellaneous Publication*, 425, 1-12.
- Sawada, K, Wakimoto, T., Hata, N., Taguchi, S., Tanaka, S., Tafu, M., & Kuramitz, H. (2013). The evaluation of forest fire severity and effect on soil organic matter based on the L*, a*, b* color reading system. *Analytical Methods*, 5, 2660-2665.
- Schulze, D. G., Nagel, J. L., Van Scoyoc, G. E., Henderson, T. L., Baumgardner, M. F., & Stott, D. E. (1993). Significance of organic matter in determining soil colors. In J. M. Bigham, & E. J. Ciolkosz (Eds.). *Soil Color*. Soil Science Society of America. Madison.
- Shen, Z. X., Cao, J. J., Zhang, X. Y., Arimoto, R., Ji, J. F., Balsam, W. L., Wang, Y. Q., Zhang, R. J., & Li, X. X. (2006). Spectroscopic analysis of iron-oxide minerals in aerosol particles from northern China. *Science of the Total Environment*, 367, 899-907.
- Simonson, R. W. (1993). *Soil color standards and terms for field use history of their development*. In J. M. Bigham, & E. J. Ciolkosz (Eds.). *Soil Color*. Soil Science Society of America. Madison.
- Soil Survey Staff. (2010). *Soil Taxonomy*. 11th ed. USDA National Resources Conservation Services. Washington DC.
- Soil Survey Staff. (2014). *Keys to Soil Taxonomy*. Twelfth Edition Edition, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington DC.
- Sönmez, N. K., Sönmez, S., Türkkan, H. R., Altın, R., & Çoşlu, M. (2020). Spatial variability analysis of electrical conductivity (ec) of irrigation water used in agricultural production: an example of Dalaman-Muğla. *The Journal of Faculty of Agriculture*, 15(1), 12-26.
- Şimşek, O., Altunbaş, S., Demirel, B. Ç., & Gözükara, G. (2020). Land evaluation studies on different soils developing on alluvial physiographies. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(1), 129-135.
- Thwaites, R. (2002). *Color*. In: Lal, R. (ed.) *Encyclopedia of Soil Science*. Marcel Dekkers. Inc
- Torrent, J., Schwertmann, U., & Schulze, D. G. 1980. Iron oxide mineralogy of some soils of two river terrace sequences in Spain. *Geoderma*, 23, 191-208.
- Torrent, J., & Barrón, V. (1993). *Laboratory measurement of soil color: Theory and practice*. In J. M. Bigham, & E. J. Ciolkosz (Eds.). *Soil Color*. Soil Science Society of America. Madison.
- Vodyanitskii, Y. N., & Kirillova, N. P. (2016). Application of the CIE-L* a* b* system to characterize soil color. *Eurasian Soil Science*, 49(11), 1259-1268.
- Viscarra Rossel, R. A., Minasny, B., Roudier, P., & McBratney, A. B. (2006). Colour space models for soil science. *Geoderma*, 133, 320-337.
- Wu, C. W., Yang, Y., & Xia, J. X. (2017). A simple digital imaging method for estimating blacksoil organic matter under visible spectrum. *Archives Agronomy Soil Sciences*, 63(10), 1346-1354.
- Yılmaz, E., Çanakçı, M., Topakçı, M., Sönmez, S., Ağsaran, B., Alagöz, Z., Çıtak, S., & Uras, D. S. (2019). Effect of vineyard pruning residue application on soil aggregate formation, aggregate stability and carbon content in different aggregate sizes. *Catena*, 183, 104219.



Research Article

Unusual Winter Activity Observations of Two Newt Species (*Ommatotriton ophryticus* & *Triturus ivanbureschi*) from the Anatolian Peninsula

Muammer Kurnaz¹ , Mehmet Kürşat Şahin^{2*} 

¹Department of Medical Services and Techniques, Kelkit Vocational School of Health Services, Gümüşhane University, Gümüşhane, Turkey

²Department of Biology, Kamil Özdağ Faculty of Science, Karamanoğlu Mehmetbey University, Karaman, Turkey

Received: 09.02.2021

Accepted: 12.04.2021

Keywords:

The northern banded newt, Balkan crested newt, hibernation, Salamandridae, Turkey

Abstract. Interactions between the internal regulation and the environment drive the biophysiological patterns of amphibians. It is well known phenomenon that newts in the northern hemisphere are tend to have hibernation strategies in winter seasons. However, the winter activity record for newts is quite rare. Therefore, we would like to report two winter activity cases from Anatolia, Turkey via two newt species: The northern banded newt (*Ommatotriton ophryticus*) from Ordu and Balkan crested newt (*Triturus ivanbureschi*) from Çanakkale. The striking outcomes of this study are that the Northern Banded Newt demonstrates winter activity from another locality apart from Trabzon, and the Balkan Crested Newt has been observed in winter for the first time in its natural habitat. However, it is more important that to document these winter activities are remarkable to provide valuable preliminary data for interpreting the global climate change dynamics in local cases.

Corresponding author

yasabilimci.kursat@gmail.com

Anadolu Yarımadası'ndan İki Semender Türünün (*Ommatotriton ophryticus* & *Triturus ivanbureschi*) Olağandışı Kış Aktivitesi Gözlemleri

Anahtar kelimeler:

Şeritli Karadeniz Semenderi, Pürtüklü Semender, hibernasyon, Salamandridae, Türkiye

Özet. İç düzenleme ve çevre arasındaki etkileşimler, amfibilerin biyofizyolojik örüntülerini yönlendirir. Kuzey yarımküredeki semenderlerin kış uykusu stratejisine sahip oldukları iyi bilinen bir olgudur. Bununla birlikte, semenderler için kış dönemi aktivite kaydı oldukça nadirdir. Bu nedenle, bu çalışma ile Ordu'dan Şeritli Karadeniz Semenderi (*Ommatotriton ophryticus*) ve Çanakkale'den Balkan Pürtüklü Semenderi (*Triturus ivanbureschi*) ile Anadolu'dan (Türkiye) iki kış aktivitesi kaydı verilmiştir. Bu çalışmanın dikkat çekici çıktıları, Şeritli Karadeniz Semenderi'nin Trabzon dışında başka bir lokaliteden de kış aktivitesi göstermesi ve Pürtüklü Semender'in ise ilk kez doğal ortamlarında kış aktivitesi gözleminin verilmiş olmasıdır. Bununla birlikte, bu tarz kış aktivitelerini belgelemek, lokal vakalar ile küresel iklim değişikliği dinamiklerini yorumlamada değerli ön veriler sağlaması nedeniyle dikkate değerdir.

INTRODUCTION

Ectotherm animals, like amphibians in northern climatic zones are forced into overwintering due to seasonal periods of low temperatures (Ultsch, 1989). Since amphibian species are remarkably dependent on moisture and water, their trade-off with the abiotic conditions of their habitats are very crucial for these creatures. Their poikilothermic thermoregulation represents the dependency on the temperature of the environment that they live in, and this is such an undeniable fact under these circumstances. In other words, very cold environments limit their ability to move, and therefore, it becomes difficult for them to forage, escape from their predators and maintain their quality of life. In order to find a solution to these difficulties, they hibernate especially during the winter months and remain asleep until the air temperature rises (Ultsch, 1989). However, amphibians can be active in their microhabitats with suitable temperatures for their lives in winter (Covaciu-Marcov *et al.*, 2011; Sas *et al.*, 2012; Iftime and Iftime 2017). *Rana dalmatina* (Sas *et al.*, 2012), *Salamandra salamandra* (Degani and Mendelsohn, 1982), *Bufo variabilis* (Altunışık, 2019), *Epidalea viridis* (Covaciu-Marcov *et al.*, 2011) and *Ommatotriton ophryticus* (Kuzmin, 2005) have some cases of winter activities in the northern hemisphere's amphibians. One of the best winter activity case from Turkey was reported via northern banded newt (*O. ophryticus*) that has been active almost a whole winter season in a locality from the Northern Anatolia (Bülbül and Koç, 2020).

The northern banded newt (*Ommatotriton ophryticus*) and Balkan crested newt (*Triturus ivanbureschi*), that are given as investigated species in this study, are two amphibian species inhabiting in Turkey. While *O. ophryticus* is distributed in northeastern of Anatolia, the other newt species (*T. ivanbureschi*) is distributed western and northwestern of this peninsula (Baran *et al.*, 2021). Both newts go into hibernation, and this bioregulation's duration is generally between September / October and March (Amphibia Web 2021). However, a different activity from a population in northeastern Turkey has been reported for northern banded newt (Bülbül and Koç, 2020). In this study, it was reported that it kept performing its vital activities between December and March.

Here, we would like to report new winter activities of these newts. Moreover, the activity case for the Balkan crested newt (*T. ivanbureschi*) in one of its native distributional range, Anatolia was documented for the first time within present study.

MATERIAL AND METHOD

In this study, the north-east and north-west specimens of two newt species has been reported in Turkey (Figure 1). While the northern banded newt specimens were found from the Kökenli District (Ordu; GPS data: 40.91 N, 37.83 E, 200m asl), the Balkan rough newt specimen was from from Şahinli-Lapseki (Çanakkale; GPS data: 40.30 N, 26.75 E, 270m asl). The sexes of individuals belonging to two species were determined by looking at the presence of crista (Bülbül and Koç, 2020).



Figure 1. The map shows observed activity localities of two newt species (green circles).

Şekil 1. İki semender türünde aktivite gözlenen noktaları gösteren harita (yeşil noktalar).

On the other hand, abiotic factors such as water temperature, air temperature and soil temperature in the areas where the specimens were found were also recorded. After all specimens were photographed and the required data collected, they were released to their natural habitats.

RESULTS

All newts were observed in January 2021. While the northern banded newt was observed on 8th January, the Balkan crested newt was on the 11th day of this month. 17 individuals (14 males and 3 females) were observed in their original habitat where the northern banded newt is located (Figure 2). However, only one female was observed from the Balkan crested newt in its habitat (Figure 3). The air temperature, moisture of the weather, substrate temperature (1 cm above the ground) and the pond temperatures of both localities were given in Table 1. However, the pond temperature was not measured for the Balkan crested newt, because the observed newt specimen was not found in an area near a pond.

Table 1. Some climatic values of studied localities.

Çizelge 1. Çalışılan alanlara ait bazı iklimsel değerler.

	Kökenli District, Ordu	Şahinli District, Çanakkale
Air temperature	13°C	21°C
Moisture	54%	72%
Substrate temperature	16°C	19°C
Pond temperature	17°C	N/A



Figure 2. The northern banded newts (*O. ophryticus*) observed in Kökenli-Ordu on January 8, 2021.

*Şekil 2. 8 Ocak 2021 tarihinde Kökenli – Ordu’da gözlenen Şeritli Karadeniz Semenderleri (*O. ophryticus*).*



Figure 3. The Balkan crested newt (*T. ivanbureschi*) observed in Şahinli, Lapseki-Çanakkale on January 11, 2021.

Şekil 3. 11 Ocak 2021 tarihinde Şahinli, Lapseki – Çanakkale’de gözlenen Pürtüklü Semender (*T. ivanbureschi*).

DISCUSSION

Due to amphibians are poikilothermic animals, their body temperatures are directly related to the environment (Moss 2010). Especially for newts which prefer aquatic life, the temperature of the water they live in, is very important for their activities. In other words, the temperature of the environment in which they live directly affects their bioregulation activities, i.e. reproduction, selection of mate, foraging, escaping from predators, in short, all of their vital activities (Bülbül and Koç, 2020). In addition to that, the humidity conditions of these environments are also very crucial for the survival of newt species (Green 2017). Due to the newts' outer skins are very sensitive and permeable, they are directly affected by humidity and temperature dynamics (Hillyard, 1999; Vitt and Caldwell, 2013). In addition, the temperature affects many physiological processes such as the rate of oxygen uptake, heart rate, nutrition, digestion, homeostasis (Hillman *et al.*, 2008). It is possible to specify different processes for these two newt species as a report in this study. Because the habitat of the northern banded newt (*O. ophryticus*) seems to have positively affected almost all of its physiological requirements (Bülbül and Koç, 2020). In other words, it is more like a situation than it looks like an incidental occurrence. The northern banded newt specimens were observed not as individually but as a remarkable population (17 individuals), as if they were spending a day in the spring. On the other hand, the Balkan crested newt (*T. ivanbureschi*) was observed as a single specimen on the road. Although this situation seems a bit coincidental for this newt, it cannot be ignored that its activity on the road in the following day after its information was given to us, brings the case to the point that the air temperature and humidity were suitable for the species to be active at the mid-winter season.

Hibernation is a physiological mechanism taken in some living organisms due to seasonal changes or disruption of many ecological activities in the environment (Üveges *et al.*, 2016). These creatures tend to protect themselves within the period of time till the diminishing vital needs are found in their microhabitats again via this mechanism. For instance, they slow down the circulation and minimize all physiological activities by reducing the heart rhythm. However, the phenomenon of the substrate temperature is very effective in hibernation. When the temperature in the microhabitat increases and reaches its thermal optima, these organisms are tending to wake up from their sleep/hibernation regardless of other ecological needs (nutrients, predators, etc.) and back to their vital activities to normal. Unfortunately, this situation can sometimes result with bad consequences for these organisms. For example, a newt species that is active with the increase of temperatures in winter will need much nourishment in order to keep on its vital activities. However, due to it cannot forage enough in its microhabitat,

it will not be able to perform many other vital activities and as a consequence, it will face the danger of mortality. The findings obtained in this study show exactly this risk for the northern banded newt. Ambient temperature and humidity are, of course, sufficient for this animal to wake up from sleep. However, since there are not enough other food sources for insects and newts in January, the prolongation of this activity process and the constant increase of air temperatures in winter will probably affect this species negatively.

On the other hand, the winter activity reports of the northern banded newts in the literature, provided that they may be active throughout the year in some locations (Bülbül and Koç, 2020; Amphibia Web 2021). This situation was also based on the fact that there was no snowfall throughout the year and the temperatures were above the seasonal norms in northern Anatolia, where snowfall and low temperature are expected (Bülbül and Koç, 2020). Regardless, with the recent literature findings, it can be also claimed that global climate change has a great impact on herptile organisms (Henle *et al.*, 2008; Green 2017). Therefore, it affects their vital processes and even unintentionally reduces their chances of survival. It is one of the possible phenomenon that threatens all vitality dynamics. As a conclusion, these reports provide not only beneficial data to document the unusual activities of these organisms, but also a base line for further extensive researches.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

All field studies within the scope of the study and the writing part of the manuscript were carried out by the authors together.

ACKNOWLEDGMENTS

We are are grateful to Mr. Ruşen KINCAL and Mr. Ekrem AZAK for their preliminary information of these activities of both newts in winter season. Lastly, we would like to thank to two anonymous reviewers for their suggestions on developing the manuscript.

REFERENCES

- Altunışık, A. (2019). A case study on earlier activation of the variable toad, *Bufo variabilis* (Pallas, 1769). *Biological Diversity and Conservation*, 12(2), 38-40.
- AmphibiaWeb. (2021). *Ommatotriton ophryticus*: Northern Banded Newt, <http://amphibiaweb.org/species/6655>, Access Date: Feb 3, 2021
- Baran, İ., Avcı, A., Kumlutaş, Y., Olgun, K., & Ilgaz, Ç. (2021). Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri. Ankara: Palme Publishing. 230 pp [in Turkish].
- Bülbül, U., Koç-Gür, H. (2020). The unusual winter activity and negative effects of pollution on breeding of *Ommatotriton ophryticus* (Berthold, 1846) in Turkey. *Sinop University Journal of Natural Science*, 5(1), 77-83.
- Covaciu-Marcov, S. D., Roşioru, C. L., Sas, I. (2011). Hot winters: new thermal habitats with frogs active in winter in north-western Romania. *North-Western Journal of Zoology*, 7(1), 81-86.
- Degani, G., Mendelssohn, H. (1982). Seasonal activity of *Salamandra salamandra* (L.) (Amphibia: Urodela: Salamandridae) in the headwaters of the Jordan River. *Israel Journal of Zoology*, 31, 77-85.
- Green, D. M. (2017). Amphibian breeding phenology trends under climate change: predicting the past to forecast the future. *Global Change Biology*, 23(2), 646-656.
- Henle, K., Dick, D., Harpke, A., Kühn, I., Schweiger, O. & Settele, J. (2008) Climate change impacts on European Amphibians and Reptiles. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. 28th meeting 24–27 November, Strasbourg, France. 51 pp.
- Hillman, S. S., Withers, P. C., Drewes, R. C., & Hillyard, S. D. (2008). Ecological and environmental physiology of amphibians. Oxford University Press, USA.
- Hillyard, S.D. (1999). Behavioral, molecular and integrative mechanisms of amphibian osmoregulation. *Journal of Experimental Zoology*, 283(7), 662-674.

- Iftime, A., Iftime, O. (2017). Data on the populations of *Bombina variegata* (Amphibian: Anura: Bombinatoridae) from Cozia National Park and its surrounding areas (Vâlcea County, Romania). *Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 54(2), 513–521.
- Kuzmin, S. L. (2005). AmphibiaWeb, *Ommatotriton ophryticus*: Northern Banded Newt, <http://amphibiaweb.org/species/6655>. Access Date: Feb 3, 2021.
- Moss, B. (2010). *Ecology of fresh waters: a view for the twenty-first century*. John Wiley & Sons. USA.
- Sas, I., Roşioru, C. L., & Covaciu-Marcov, S. D. (2012). Note on eight new thermal habitats with winter-active amphibians in Western Romania. *North-Western Journal of Zoology*, 8(2), 382-385.
- Ultsch, G. R. (1989). Ecology and physiology of hibernation and overwintering among freshwater fishes, turtles and snakes. *Biological Reviews*, 64, 435-516.
- Üveges, B., Mahr, K., Szederkényi, M., Bókony, V., Hoi, H., & Hettyey, A. (2016). Experimental evidence for beneficial effects of projected climate change on hibernating amphibians. *Scientific Reports*, 6(1), 1-7.
- Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2013). *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Academic press. USA.



Düzeltilme (Erratum)

DÜZELTME

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 7. Cilt 1. Sayısında yer alan Subaşı, İ., Arslan, Y., Aydın, O., Baloch, F., Çamlıca, M., ve V. Çiftçi' nin "**Pelemir (*Cephalaria syriaca* L.) Bitkisinin Bazı Bitkisel Özelliklerinin ve Tohum Yağı Kompozisyonlarının Belirlenmesi.**" [*Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2021; 7(1): 90 – 95] başlıklı makalesinde:

1. Makalenin 94. sayfasında **YAZAR KATKISI** sonrasında **TEŞEKKÜR** başlığı sehven unutulmuş olup aşağıdaki şekilde düzeltilmiştir:

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimince 2015.10.07.976 no'lu proje ile desteklenmiştir. Söz konusu üniversite ve birime destekleri için teşekkür ederiz.

ERRATUM

The article entitled "**Determination of Some Plant Traits and Seed Oil Compositions of *Cephalaria syriaca* L.**" (*International Journal of Wildlife and Science*, 2021; 7(1): 90 – 95] by Subaşı, İ., Arslan, Y., Aydın, O., Baloch, F., Çamlıca, M., & Çiftçi, V:

1. On page 94 of the article "**Determination of Some Plant Traits and Seed Oil Compositions of *Cephalaria syriaca* L.**", **ACKNOWLEDGMENTS** title has been forgotten inadvertently and it has been corrected as follows:

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by the Scientific Research Projects unit of Bolu Abant İzzet Baysal University with the project numbered 2015.10.07.976. We thank the aforementioned university and unit for their support.